

# WYMAGANIA EDUKACYJNE NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA POZSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH Z FIZYKI

## KLASA I

### ZAKRES ROZSZERZONY

### Wymagania na poszczególne oceny.

#### Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); 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).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dotatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; nastopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).

#### Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia, analizuje ich wyniki.

#### Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

# 1. Kinematyka

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób fizyk zdobywa wiedzę o zjawiskach fizycznych</li> <li>• wymienia przyczyny wprowadzenia Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (układ SI)</li> <li>• wymienia trzy podstawowe miary wzorcowe i jednostki długości, masy i czasu</li> <li>• wyjaśnia rolę doświadczenia w fizyce</li> <li>• zapisuje wyniki pomiarów i obliczeń wraz z jednostkami</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>niepewność pomiarowa</i></li> <li>• planuje prosty pomiar; zapisuje wynik pomiaru wraz z niepewnością</li> <li>• wyznacza średnią arytmetyczną wyników pomiarów</li> <li>• projektuje proste doświadczenie obrazujące ruch ciała i rejestruje je za pomocą kamery</li> <li>• posługuje się modelem punktu materialnego</li> <li>• odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, co oznacza stwierdzenie „ruch jest pojęciem względnym”</li> <li>• opisuje ruch, posługując się pojęciami <i>droga</i> i <i>przemieszczenie</i></li> <li>• rozróżnia pojęcia <i>droga</i> i <i>przemieszczenie</i></li> <li>• opisuje ruch, posługując się pojęciem <i>prędkości</i> jako wektora i jego współrzędną; przelicza jednostki prędkości</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>prędkość średnia</i> i <i>prędkość chwilowa</i></li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu</li> <li>• wyjaśnia przyczyny wykonywania pomiarów wielokrotnych</li> <li>• odczytuje dane z tabeli, zapisuje dane w formie tabeli</li> <li>• zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących)</li> <li>• interpretuje dane przedstawione za pomocą tabel, diagramów słupkowych, wykresów</li> <li>• przedstawia dane podane w tabeli za pomocą diagramu słupkowego</li> <li>• wyznacza niepewność maksymalną wartości średniej na podstawie wzoru</li> <li>• określa położenie ciała traktowanego jako punkt materialny w wybranym układzie współrzędnych, posługując się wektorem położenia</li> <li>• definiuje wektor, określa jego cechy (właściwości)</li> <li>• rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę)</li> <li>• opisuje ruch jednowymiarowy w różnych układach odniesienia</li> <li>• wskazuje przykłady ruchu względem różnych układów odniesienia</li> <li>• rozróżnia wektor przemieszczenia i wektor położenia ciała</li> <li>• przedstawia graficznie wektor przemieszczenia i wektory położenia w wybranym układzie odniesienia</li> <li>• rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach</li> <li>• rozwiązuje proste przykłady dotyczące dodawania wektorów przemieszczenia</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowuje prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych</li> <li>• podaje przykłady błędów grubych i systematycznych</li> <li>• posługuje się niepewnością względną i niepewnością bezwzględną</li> <li>• rysuje wektor w układzie współrzędnych</li> <li>• przedstawia graficznie na wybranym przykładzie różnicę między drogą a przemieszczeniem</li> <li>• opisuje ruch, posługując się współrzędną wektora położenia i współrzędną wektora przemieszczenia</li> <li>• rozwiązuje proste zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i chwilowej</li> <li>• szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku</li> <li>• szacuje niepewności pomiaru i oblicza niepewność względną</li> <li>• opisuje ruch ciała za pomocą wykresu uwzględniającego niepewności pomiarowe</li> <li>• sporządza wykresy zależności prędkości od czasu <math>v(t)</math> dla ruchu jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego (samodzielnie wykonuje poprawne wykresy; właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewności punktów pomiarowych)</li> <li>• przeprowadza doświadczenie polegające na badaniu ruchu jednostajnie zmiennego; analizuje wyniki oraz – jeżeli to możliwe – wykonuje i interpretuje wykresy dotyczący ruchu jednostajnie zmiennego</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne</li> <li>• posługuje się niepewnością standardową</li> <li>• stosuje – na wybranym przykładzie – równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania, korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu</li> <li>• znajduje doświadczalnie, np. za pomocą przezroczystej linijki, prostą najlepszego dopasowania do punktów na wykresie zależności <math>x(t)</math>; na tej podstawie wyznacza prędkość ciała</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)</li> <li>• wykorzystuje właściwości funkcji liniowej <math>f(x) = ax + b</math> do interpretacji wykresów (dopasowuje prostą <math>y = ax + b</math> do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników <math>a</math> i <math>b</math>)</li> <li>• samodzielnie wykonuje projekt badania dotyczącego ruchu jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenia przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym); sporządza tabelę wyników pomiaru</li> <li>• wyprowadza wzór na drogę w ruchu jednostajnie zmiennym z wykresu zależności prędkości od czasu <math>v(t)</math></li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)</li> </ul>

## Ocena

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje wykresy zależności drogi, położenia i prędkości od czasu; rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego</li> <li>• stosuje wzór na drogę w ruchu jednostajnie prostoliniowym</li> <li>• klasyfikuje ruchy ze względu na prędkość</li> <li>• wskazuje zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym</li> <li>• wskazuje przykłady ruchów krzywoliniowych i prostoliniowych w przyrodzie i życiu codziennym</li> <li>• wyjaśnia, czym tor różni się od drogi; klasyfikuje ruchy ze względu na tor zakreślany przez ciało</li> <li>• wyznacza konstrukcyjnie styczną do krzywej</li> <li>• przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej</li> <li>• stosuje pojęcie <i>wektor przemieszczenia</i>; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego</li> <li>• wskazuje przykłady względności ruchu</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami <i>okres</i> i <i>częstotliwość</i></li> <li>• stosuje radian jako miarę łukową kąta</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu i ruch jednostajnie zmienny po okręgu; wskazuje cechy wspólne i różnice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia różnicę między prędkością średnią a prędkością chwilową; wyjaśnia, kiedy te prędkości są sobie równe</li> <li>• wykorzystuje związki między położeniem a prędkością w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu</li> <li>• rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego od czasu</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem równania ruchu jednostajnego</li> <li>• projektuje doświadczenie i wykonuje pomiary związane z badaniem ruchu jednostajnego prostoliniowego</li> <li>• opisuje i analizuje wyniki doświadczenia</li> <li>• opisuje podstawowe zasady określania niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, które pomiar decydująco wpływa na niepewność otrzymanego wyniku)</li> <li>• opisuje ruch ciała za pomocą tabeli i wykresu – na podstawie pomiarów z bezpośredniej obserwacji lub z filmu; podaje czas i współrzędną położenia</li> <li>• opisuje ruch, określając prędkość średnią i średnią wartość prędkości</li> <li>• rysuje i interpretuje wykresy położenia, prędkości i drogi przy skokowych zmianach prędkości oraz zmianach zwrotu prędkości</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>przyspieszenie średnie</i> i <i>przyspieszenie chwilowe</i></li> <li>• wyjaśnia, czym charakteryzuje się ruch jednostajnie zmienny</li> <li>• definiuje zależność prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym od czasu; wykorzystuje ją w zadaniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje właściwości funkcji kwadratowej <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math> do interpretacji wykresów zależności drogi od czasu i zależności położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami <i>prędkość średnia</i> i <i>prędkość chwilowa</i></li> <li>• wyjaśnia graficznie, że rzut poziomy jest złożeniem ruchu poziomego i pionowego; wykazuje doświadczalnie niezależność tych ruchów</li> <li>• opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnych <math>x</math> i <math>y</math></li> <li>• opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza współczynniki w równaniu paraboli <math>y = ax^2</math></li> <li>• stosuje prawo składania wektorów do obliczania prędkości ciał względem różnych układów odniesienia</li> <li>• oblicza prędkości względne ruchów na płaszczyźnie</li> <li>• wyprowadza związek między prędkością liniową a prędkością kątową</li> <li>• opisuje ruch zmienny po okręgu, posługując się pojęciami <i>chwilowa prędkość kątowa</i> i <i>przyspieszenie kątowe</i>; przelicza odpowiedniej jednostki</li> <li>• szacuje prędkość liniową na podstawie zdjęcia</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu, posługując się kalkulatorem</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; uzasadnia to graficznie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące rzutu poziomego</li> <li>• analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora poruszającego się względem wybranego układu odniesienia</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym po okręgu, posługując się kalkulatorem</li> </ul>

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia dlaczego wykres <math>v(t)</math> jest funkcją liniową</li> <li>• analizuje spadek swobodny i rzut pionowy w górę; opisuje te ruchy z zastosowaniem równań <math>v(t)</math> i <math>s(t)</math></li> <li>• oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego</li> <li>• oblicza parametry ruchu, wykorzystując związki między położeniem, prędkościami przyspieszeniem w ruchu jednostajniezmiennym</li> <li>• rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnie zmiennego od czasu – wykresy <math>v(t)</math>, <math>s(t)</math> i <math>a(t)</math></li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe z pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku</li> <li>• opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni z wykorzystaniem współrzędnych <math>x</math>, <math>y</math>, <math>z</math></li> <li>• opisuje współrzędne wektora na płaszczyźnie (m.in. wektora położenia), posługując się dwuwymiarowym układem współrzędnych</li> <li>• konstrukcyjnie dodaje i odejmuje wektory o tych samych i różnych kierunkach, posługując się cyrklem, ekiem i linijką</li> <li>• zapisuje – w przyjętym układzie współrzędnych – wektory sumy i różnicy dwóch wektorów</li> <li>• rysuje wektory o różnych kierunkach w układzie współrzędnych; określa</li> </ul>		

	ichwspółrzędne		
<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami <i>prędkość średnia</i>, <i>prędkość chwilowa</i> i <i>przemieszczenie</i></li> <li>• opisuje rzut poziomy, wykorzystując równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej</li> <li>• opisuje – na wybranym przykładzie – składanie prędkości, np. prędkości łodzi płynącej po rzece</li> <li>• posługuje się układem odniesienia do opisu złożoności ruchu; opisuje ruch w różnych układach odniesienia</li> <li>• oblicza prędkości względne ruchów wzdłuż prostej</li> <li>• analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora opisującego ruch i pozostającego w spoczynku względem wybranego układu odniesienia</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami <i>promień wodzący</i>, <i>kąt w radianach</i>, <i>prędkość kątowna</i></li> <li>• oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu</li> <li>• opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu</li> </ul>		
--	---	--	--

## 2. Ruch i siły

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady oddziaływań i rozpoznaje oddziaływania w sytuacjach praktycznych</li> <li>• wymienia rodzaje oddziaływań fundamentalnych</li> <li>• planuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące wzajemność oddziaływań</li> <li>• opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem <i>siła</i></li> <li>• przedstawia siłę za pomocą wektora; wymienia cechy tego wektora</li> <li>• wskazuje przykłady bezwładności ciał</li> <li>• stosuje do obliczeń związek między masą ciała, przyspieszeniem i siłą</li> <li>• obserwuje przebieg doświadczenia; zapisuje i analizuje wyniki pomiarów; wyciąga wnioski z doświadczenia</li> <li>• podaje przykłady wzajemnego oddziaływania ciał</li> <li>• opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona</li> <li>• planuje – korzystając z podręcznika – i demonstrowa doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki</li> <li>• wyjaśnia (na przykładach) dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nierównoważą</li> <li>• wskazuje negatywne i pozytywne skutki tarcia</li> <li>• rozróżnia tarcie statyczne i tarcie kinetyczne</li> <li>• dopasowuje prostą <math>y = ax</math> do wykresu; oblicza wartość współczynnika <math>a</math></li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje przykłady oddziaływań fundamentalnych</li> <li>• wyjaśnia znaczenie punktu przyłożenia siły</li> <li>• wyznacza graficznie siłę wypadkową dwóch sił</li> <li>• składa siły działające wzdłuż prostych równoległych</li> <li>• rozkłada siłę, np. siłę ciężkości na równi pochyłej, na składowe</li> <li>• rozróżnia siły wypadkową i równoważącą</li> <li>• opisuje ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona</li> <li>• opisuje ruch ciał, korzystając z drugiej zasady dynamiki Newtona</li> <li>• wymienia jednostki siły i opisuje ich związek z jednostkami podstawowymi</li> <li>• szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku</li> <li>• opisuje zachowanie ciał na podstawie trzeciej zasady dynamiki Newtona</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe, wskazując siły wzajemnego oddziaływania</li> <li>• rozróżnia tarcie toczne i tarcie poślizgowe</li> <li>• opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem <i>siła tarcia</i></li> <li>• wyjaśnia, kiedy występuje tarcie statyczne, a kiedy kinetyczne; opisuje rolę tarcia w przyrodzie i technice</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje metodę dodawania wektorów (reguły równoległoboku lub trójkąta) do wyznaczania siły wypadkowej</li> <li>• wskazuje przykłady praktycznego wykorzystania umiejętności składania i rozkładania sił</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu</li> <li>• wyjaśnia (mikroskopowo), na czym polega występowanie sił tarcia</li> <li>• stosuje i zapisuje zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem sił tarcia</li> <li>• wskazuje – w życiu codziennym i w przyrodzie – jaka siła pełni rolę siły odśrodkowej w ruchu po okręgu</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>siła odśrodkowa i siła bezwładności</i>; znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercjalnego, przedstawia na rysunku kierunek i zwrot siły odśrodkowej</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie?</i></li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania problemowe i doświadczenia dotyczące trzeciej zasady dynamiki Newtona</li> <li>• rozwiązuje trudne zadania obliczeniowe i problemowe z uwzględnieniem sił tarcia</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; w obliczeniach korzysta ze wzoru na siłę odśrodkową</li> <li>• <sup>R</sup> podaje przykłady działania siły Coriolisa</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; wybiera układ odniesienia odpowiedni do opisu ruchociał</li> </ul>

<sup>R</sup> – treści spoza podstawy programowej

Ocena

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej</li> <li>• rozróżnia układy inercjalny i nieinercjalny</li> <li>• wskazuje różne przykłady działania sił bezwładności w ruchu prostoliniowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznacza współczynnik tarcia: planuje doświadczenie, mierzy siłę, która działa podczas jednostajnego ciągnięcia pudełka przy różnej sile nacisku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, oblicza średnią wartość współczynnika tarcia, szacuje niepewność pomiaru, oblicza niepewność względną, wskazuje wielkości, których pomiar decydująco wpływa na niepewność wyniku</li> <li>• samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych)</li> <li>• oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu oraz wartość siły dośrodkowej (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</li> <li>• przedstawia graficznie kierunek i zwrot siły bezwładności, znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercjalnego</li> <li>• wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> <li>• opisuje ruch ciał w nieinercjalnych układach odniesienia, posługując się siłami bezwładności</li> <li>• wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał po okręgu w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> <li>• posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych</li> <li>• wskazuje urządzenia gospodarstwa domowego, w których wykorzystano działanie siły odśrodkowej</li> </ul>		

### 3. Energia i pęd



Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami <i>praca</i> i <i>moc</i></li> <li>• oblicza pracę siły na danej drodze, gdy na ciało działa stała siła, a ciało przemieszcza się w kierunku zgodnym z kierunkiem jej działania</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, że wykonanie pracy nad ciałem wpływa na jego energię</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>energia potencjalna</i>; oblicza wartość energii potencjalnej</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego energia potencjalna ciała zależy od przyjętego układu odniesienia</li> <li>• wymienia różne formy energii</li> <li>• wskazuje przykłady różnych form energii (korzysta z przykładów w podręczniku)</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>energia kinetyczna</i></li> <li>• stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>pęd</i></li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy zmiana pędu ciała</li> <li>• odróżnia zderzenia sprężyste od niesprężystych</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę, gdy siła o stałej wartości działa niezgodnie z kierunkiem ruchu, a ciało porusza się po linii prostej</li> <li>• przedstawia jednostki pracy i mocy; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi</li> <li>• oblicza pracę stałej siły na podstawie wykresu zależności siły powodującej przemieszczenie od drogi</li> <li>• oblicza moc urządzeń mechanicznych</li> <li>• stosuje wzory na pracę i moc do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, zapisuje wynik obliczenia jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego praca wykonana nad ciałem w obecności siły grawitacji niezależy od sposobu przemieszczenia, lecz od wysokości</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię potencjalną</li> <li>• oblicza pracę, jaką trzeba wykonać, aby – działając stałą siłą <math>F</math> – rozpędzić ciało od stanu spoczynku do danej prędkości <math>v</math> na drodze <math>s</math></li> <li>• oblicza wartość energii kinetycznej</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia graficznie pracę siły zmiennej (za pomocą wykresu zależności siły od drogi); wyraża jej wartość jako sumę pól wszystkich prostokątów, gdy pole każdego z nich odpowiada drodze przebytej w bardzo krótkich chwilach ruchu</li> <li>• wyjaśnia na przykładach, że praca nie zależy od kształtu toru, lecz od przemieszczenia ciała</li> <li>• rysuje rozkład sił podczas przesuwania ciała w poziomie i po równi</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na pracę i moc</li> <li>• wyjaśnia, kiedy siła wykonuje pracę dodatnią, a kiedy ujemną; wskazuje sytuacje, w których praca jest równa zero</li> <li>• wykazuje, że praca nad ciałem wykonana przez siłę równoważącą siłę grawitacji jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała</li> <li>• stosuje pojęcia <i>energia użyteczna</i> i <i>sprawność</i> do rozwiązywania prostych zadań</li> <li>• analizuje – na wybranym przykładzie – przemiany jednego rodzaju energii w drugi; ilustruje je za pomocą diagramów i wykresów, korzystając z poglądowych ilustracji zamieszczonych w podręczniku</li> <li>• interpretuje wykres zmiany wydłużenia ciała stałego w zależności od przyłożonej siły</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą niezrównoważoną siłę jest równa przyrostowi energii kinetycznej ciała</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące energii potencjalnej sprężystości, posługując się kalkulatorem i wykresem zależności siły od wydłużenia sprężyny</li> <li>•<sup>R</sup> rozwiązuje złożone zadania dotyczące ruchu ciała o zmiennej masie, np. rakiet</li> <li>• przeprowadza badanie zderzeń centralnych skośnych i czołowych kulek stalowych lub monet (wykonuje doświadczenia, opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski)</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń sprężystych</li> </ul>

<sup>R</sup> – treści spoza podstawy programowej

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bada spadek swobodny; analizuje związane z nim przemiany energii</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię kinetyczną</li> <li>• oblicza moc urządzeń mechanicznych, uwzględniając ich sprawność</li> <li>• wykazuje doświadczalnie, od czego zależy współczynnik sprężystości sprężyn</li> <li>• opisuje warunki, w jakich można stosować prawo Hooke'a</li> <li>• przeprowadza doświadczenie związane z badaniem zależności siły odkształcającej sprężyny od wydłużenia sprężyny (opisuje doświadczenie, zapisuje w tabeli wyniki pomiarów)</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, wykorzystując zasadę zachowania energii mechanicznej; oblicza energię sprężystości ciała</li> <li>• przewiduje wynik doświadczenia na podstawie zasady zachowania pędu</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzenia sprężystych i zjawiska odrzutu</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania pędu (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje jego realność)</li> <li>• stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych</li> <li>• wyznacza prędkość kul po zderzeniu, korzystając z podanych wzorów</li> <li>• stosuje zasady zachowania energii kinetycznej i zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych</li> <li>• rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń niesprężystych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządza wykres zależności siły odkształcającej sprężyny od wydłużenia sprężyny (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych); wykazuje, że pole pod wykresem liczbowo jest równe pracy potrzebnej do rozciągnięcia sprężyny</li> <li>• wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości</li> <li>• analizuje przemiany energii (na wybranych przykładach)</li> <li>• interpretuje drugą zasadę dynamiki Newtona w postaci ogólnej</li> <li>• stosuje zasadę zachowania pędu do wyjaśniania zjawisk odrzutu i startu raket kosmicznych</li> <li>• analizuje zderzenia sprężyste ciał o różnej masie</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się kul przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>zderzenia centralnego</i> i <i>czołowego</i></li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanego tekstu popularnonaukowego (przedstawi własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego <i>Fizyk ogląda TV</i>)</li> </ul>	

#### 4. Bryła sztywna

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza doświadczalnie środek ciężkości płaskiego ciała zawieszonoego na nici</li> <li>wskazuje (na wybranych przykładach) sposoby zwiększania stabilności ciała</li> <li>wyjaśnia, kiedy bryła sztywna porusza się ruchem obrotowym jednostajnieprzyspieszonym, a kiedy – ruchemobrotowym jednostajnie opóźnionym</li> <li>definiuje moment pędu punktu materialnego</li> <li>wskazuje analogie między wielkościami fizycznymi opisującymi dynamikę ruchupostępowego i obrotowego bryły</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozdźnia pojęcia <i>punkt materialny</i> i <i>bryła sztywna</i>; zna granice ich stosowalności</li> <li>ocenia, czy dane ciało porusza się jedynie ruchem postępowym czy jednocześnie ruchem postępowym i obrotowym</li> <li>opisuje ruch bryły sztywnej, stosując pojęcia <i>prędkość kątowna</i>, <i>przyspieszenie kątowne</i>, <i>okres</i>, <i>częstotliwość</i></li> <li>wyznacza środek masy bryły (samodzielnie wykonuje i opisuje doświadczenie, wyciągawnioski)</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanegowyniku)</li> <li>interpretuje i oblicza iloczyn wektorowy dwóch wektorów</li> <li>oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)</li> <li>wykonuje obliczenia, wykorzystując warunek równowagi momentów sił</li> <li>odrźnia energię potencjalną ciężkości ciała traktowanego jako punkt materialnyod energii potencjalnej ciężkości ciała, którego wymiarów nie można pominąć; wyznacza energię potencjalną ciężkości tych ciał</li> <li>rozdźnia pojęcia <i>masa</i> i <i>moment bezwładności</i></li> <li>oblicza bilans energii, uwzględniając energię kinetyczną ruchu obrotowego</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>postępuje się pojęciem <i>precesja</i></li> <li>stosuje wzór na wyznaczanie środka masy bryły sztywnej</li> <li>wyznacza środek masy układu ciał</li> <li>analizuje równowagę brył sztywnych, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie (gdy siły i momenty sił się równoważą) – na podstawie pierwszej zasady dynamiki ruchu obrotowego</li> <li>analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu siły</li> <li>wskazuje sytuacje, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność łodzi czy konstrukcji)</li> <li>projektuje – korzystając z przykładów podanych w podręczniku – i przeprowadzadzeświadczenie ilustrujące tor ruchu środkamasy</li> <li>wyjaśnia, od czego zależy moment bezwładności bryły</li> <li>analizuje złożony ruch bryły sztywnej (ruchy: postępowy i obrotowy)</li> <li>oblicza energię całkowitą bryły (np. walca, kuli) obracającej się wokół osi przechodzącej przez środek jej masy</li> <li>demonstruje na wybranym przykładzie zasadę zachowania momentu pędu (m.in. zjawiskoodrzutu)</li> <li>podaje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w sporcie, urządzeniach technicznych i we Wszechświecie</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje złożone zadania związane z ruchem obrotowym bryły sztywnej (przeprowadza obliczenia za pomocą kalkulatora)</li> <li>wyprowadza wzór na położenie środka masy</li> <li>rozwiązuje – postępując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; korzysta ze wzoru na moment siły</li> <li>określa warunki równowagi ciała stojącego na podłożu</li> <li>rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, stosując wzory na energię w ruchuobrotowym (przeprowadza złożoneobliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)</li> <li>bada doświadczalnie zależność przyspieszenia kątownego od momentu siły i momentubezwładności (wykonuje doświadczenie z wahadłem Oberbecka ilustrujące jakościowy związek między prędkością kątowną a momentem siły i momentem bezwładności; opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia)</li> <li>rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz kinematycznegorównania ruchu obrotowego (przeprowadzazłożone obliczenia za pomocą kalkulatora)</li> <li>podaje przykłady wykorzystania efektu żyroskopowego w praktyce</li> </ul>

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem wzorów na energię w ruchu obrotowym (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</li> <li>• opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez jej środek masy, uwzględniając prędkość kątową i przyspieszenie kątowe</li> <li>• analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił</li> <li>• przedstawia jednostki wielkości fizycznych związanych z mechaniką bryły sztywnej; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</li> <li>• oblicza moment pędu bryły sztywnej i układu ciał</li> <li>• analizuje ruch bryły wokół osi obrotu z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem uogólnionej drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz zasady zachowania momentu pędu (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora)</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe na poziomie maturalnym</li> </ul>

**Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia celującego.** Uczeń opanował wymagania na ocenę bardzo dobra a ponadto jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawczej zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce.

Grzegorz Kaczorowski

Cyprian Princ