

Wymagania edukacyjne z fizyki- **klasa 3CD**. Zakres rozszerzony.

Rok szkolny : 2020/2021.

### Wymagania edukacyjne z fizyki klasa 3 . Zakres rozszerzony.

### 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 **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne i wymagające umiejętności złożonych).
5. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry wykraczające poza obowiązujący program nauczania (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 różnych źródeł; poszukuje zastosowania wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub olimpiadzie fizycznej).

### 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.

## 5 Ruch drgający

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia i demonstruje przykłady ruchu drgającego (ruch ciężarka na sprężynie)</li> <li>rejestruje ruch drgający ciężarka na sprężynie za pomocą kamery</li> <li>sporządza wykres zależności położenia ciężarka od czasu</li> <li>opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; analizuje przemiany energii w tych ruchach</li> <li>opisuje drgania, posługując się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości; wskazuje położenie równowagi i odczytuje amplitudę oraz okres z wykresu <math>x(t)</math> dla drgającego ciała; sporządza wykresy <math>x(t)</math></li> <li>posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej</li> <li>opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciem siły; wyjaśnia, że siła powodująca ten ruch jest wprost proporcjonalna do wychylenia</li> <li>posługuje się właściwościami funkcji trygonometrycznych sinus i cosinus do opisu ruchu harmonicznego</li> <li>demonstruje drgania wahadła sprężynowego</li> <li>opisuje ruch ciężarka na sprężynie</li> <li>oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie</li> <li>opisuje ruch wahadła matematycznego</li> <li>planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość</li> <li>analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie</li> <li>stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>interpoluje (ocenia orientacyjnie) wartość pośrednią między danymi na podstawie tabeli i wykresu</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych); podaje przykłady takiego ruchu</li> <li>wyjaśnia, co to jest faza ruchu drgającego</li> <li>interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym</li> <li>rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym</li> <li>posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego</li> <li>wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń</li> <li>oblicza okres drgań wahadła matematycznego</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym</li> <li>doświadczalnie bada zależność okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka i współczynnika sprężystości: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski</li> <li>wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego</li> <li>stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego</li> <li>rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>wyznacza doświadczalnie przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, szacuje niepewności pomiarowe, oblicza wartość średnią przyspieszenia ziemskiego, oblicza niepewność względną</li> <li>wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje złożone, nietypowe nieobliczeniowe (problemowe) (przeprowadza złożone obliczenia z kalkulatorem)</li> <li>planuje i wykonuje doświadczenia z drganiami harmonicznymi a ru się po okręgu</li> <li>wyprowadza wzory: <math>x(t)</math>, <math>v(t)</math></li> <li>rozwiązuje nietypowe zadania związane z ruchem harmonicznym</li> <li>samodzielnie wykonuje pomiary drgań wahadła sprężynowego, oznaczenie i opis osi, wybór skali punktów pomiarowych), interpretuje wzoru:  <math display="block">T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}</math></li> <li>rozwiązuje typowe zadania o wahadła sprężynowego (szacuje obliczeń, krytycznie analizuje otrzymanego wyniku)</li> <li>rozwiązuje złożone, nietypowe nieobliczeniowe) związane z ruchem, wykorzystując wzorami na energię potencjalną i kinetyczną harmonicznego</li> <li>rozwiązuje złożone, nietypowe nieobliczeniowe) związane z ruchem (przeprowadza złożone obliczenia z kalkulatorem)</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań</li> <li>• demonstruje drgania tłumione</li> <li>• opisuje drgania wymuszone</li> <li>• demonstruje rezonans mechaniczny za pomocą wahadeł sprzężonych</li> <li>• wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego</li> <li>• analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania energii (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• opisuje drgania wymuszone</li> <li>• opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem drgającym wahadła sprężynowego, matematycznego oraz z zasadą zachowania energii, a w szczególności: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bada zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyciąga wniosek, wykonuje wykres zależności <math>l(T^2)</math> (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), dopasowuje prostą <math>y = ax</math> do wykresu, interpretuje wykres</li> <li>• rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego</li> <li>• stosuje funkcje trygonometryczne <math>\sin^2\alpha</math> i <math>\cos^2\alpha</math> do ilustracji energii potencjalnej i kinetycznej</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe złożone zadania związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem)</li> </ul>

## 6 Fale mechaniczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego na przykładzie układu wahadeł połączonych sprężynami</li> <li>posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmoniczných; stosuje w obliczeniach związku między tymi wielkościami</li> <li>wskazuje ośrodki, w których rozchodzą się fale mechaniczne</li> <li>opisuje przenoszenie energii przez falę mechaniczną</li> <li>posługując się kalkulatorem, rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem pojęć: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali oraz stosuje funkcję falową fali harmoniczných</li> <li>stosuje ogólny wzór na funkcję falową fali harmoniczných</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje falę poprzeczną i falę podłużną</li> <li>opisuje drgania harmoniczných za pomocą <math>x = A \sin(\omega t + \varphi)</math>, posługuje się pojęciami: częstotać kołowa, przesunięcie fazowe</li> <li>rozwiażuje graficznie i liczbowo typowe zadania, stosując równanie fali</li> <li>interpretuje równanie fali, oblicza amplitudę, okres, częstotliwość, prędkość i długość danej fali</li> <li>opisuje fale dźwiękowe; wskazuje ich przykłady z życia codziennego</li> <li>opisuje załamanie fali na granicy dwóch ośrodków</li> <li>podaje prawo załamania fali</li> <li>rozwiażuje typowe zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiażuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali</li> <li>rozwiażuje zadania konstrukcyjne i obliczeniowe z wykorzystaniem prawa odbicia i prawa załamania fali</li> <li>rozwiażuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>rozwiażuje zadania obliczeniowe i graficzne o średnim poziomie trudności związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)</li> <li>wykazuje, że każdy dźwięk wydawany przez instrument</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiażuje graficznie i liczbowo zadania o podwyższonym stopniu trudności, w tym także związane z codziennym życiem, stosuje równanie fali</li> <li>przeprowadza pomiary długości fali, analizuje rezonans drgającego ciała, sporządza tabelę z wyników pomiaru, analizuje błędy względny i bezwzględny</li> <li>wskazuje wielkości, których wartość zależy od warunków pomiaru; analizuje błędy względny i bezwzględny</li> <li>rozwiażuje złożone zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i załamania fali oraz superpozycję fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia wielkości fizyczne, od jakich zależą wysokość i głośność dźwięku</li> <li>opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych</li> <li>posługuje się pojęciami: infradźwięki, ultradźwięki</li> <li>podaje prawo odbicia fali mechanicznej</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> </ul>	<p>wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przyczyny załamania fal</li> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia</li> <li>wyjaśnia mechanizm zjawiska ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa</li> <li>opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie</li> <li>rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z superpozycją fal</li> </ul>	<p>muzyczny można przedstawić jako sumę odpowiednio dobranych funkcji sinusoidalnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, od czego zależy natężenie dźwięku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie związane z dźwiękiem, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyznacza błąd względny</li> </ul>
---	---	--	--

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje fale (także graficznie): kolistą, płaską i kulistą</li> <li>rozdziela pojęcia: grzbiet fali, dolina fali i promień fali</li> <li>opisuje zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej</li> <li>wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal</li> <li>ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal</li> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny: sporządza tabelę pomiarów, a na jej podstawie rysuje wykres, znajduje prostą najlepszego dopasowania i wyznacza jej współczynnik kierunkowy, który odpowiada prędkości dźwięku w powietrzu</li> <li>wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru prędkości dźwięku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dopasowuje prostą do wyników pomiaru i odczytuje jej współczynnik kierunkowy, sprawdza za pomocą prostych przekształceń algebraicznych, czy wyraża on prędkość dźwięku w powietrzu</li> <li>rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje złożone zadania związane z dźwiękiem, mechanizmem wytwarzania dźwięków, zjawiskami mechanicznymi (przeprowadza złożone zadania obliczeniowe z użyciem kalkulatora)</li> <li>uzasadnia warunek spójności fali stojącej</li> <li>wyprowadza wzór na wzmocnienie fali stojącej</li> </ul>

- wskazuje węzły w modelu fali stojącej jako miejsca, w których amplituda fali wynosi zero oraz strzałki jako miejsca, w których amplituda fali jest największa
- demonstruje dźwięk prosty za pomocą kamertonu
- przedstawia graficznie dźwięk prosty, wskazuje jego częstotliwość i amplitudę
- opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych
- rozróżnia dźwięki proste i złożone
- posługuje się programami komputerowymi przeznaczonymi m.in. do uzyskiwania charakterystyki dźwięku
- oblicza wartość średnią prędkości dźwięku
- podaje zasadę Huygensa
- odróżnia zjawisko dyfrakcji od zjawiska interferencji
- planuje doświadczenie obowiązkowe: pomiar częstotliwości drgań struny

- przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych jej długości, sporządza tabelę wyników pomiaru, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych)
- opisuje zjawisko interferencji na dowolnie wybranym przykładzie fali
- opisuje interferencję konstruktywną i destruktywną
- wyjaśnia, co to są fale spójne
- wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej
- stosuje opis matematyczny fali stojącej
- podaje odległości między sąsiednimi węzłami i strzałkami fali stojącej jako wielokrotności długości fali
- wyjaśnia mechanizm ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa
- wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego
- opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora
- stosuje w obliczeniach wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku
- odczytuje poziom natężenia dźwięku szkodliwy dla człowieka i zagrażający uszkodzeniem słuchu
- wyjaśnia, od czego zależy natężenie fali dźwiękowej

- muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)
- wyjaśnia mechanizm powstawania fal stojących w strunach i słupach powietrza; projektuje samodzielnie eksperyment
  - opisuje i wyjaśnia geometrycznie interferencję fal na dwóch szczelinach; projektuje samodzielnie eksperyment
  - podaje odpowiednie wzory
  - ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal; wskazuje przykłady z życia codziennego
  - opisuje efekt Dopplera w przypadku jednoczesnego ruchu obserwatora i źródła
  - rozwiązuje zadania rachunkowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); omawia przykłady zamieszczone w podręczniku i inne
  - wskazuje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera, np. w medycynie
  - wskazuje przykłady zastosowania skali logarytmicznej w różnych dziedzinach wiedzy
  - wyjaśnia, dlaczego poziom natężenia dźwięku określa się za pomocą skali logarytmicznej
  - rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)

- wygaszenie interferencyjne
- rozwiązuje złożone zadania m. z zjawiskiem Dopplera (przepr. posługując się kalkulatorem)
  - rozwiązuje zadania obliczeniowe na natężenie i poziom natężenia dźwięku, szacując spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizując prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku

## 7 Termodynamika

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek a temperaturą</li> <li>• wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii</li> <li>• opisuje ruchy Browna oraz dyfuzję jako dowody ruchu cząsteczek</li> <li>• wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna</li> <li>• opisuje energię wewnętrzną w ujęciu mikroskopowym</li> <li>• posługuje się pojęciem średniej energii kinetycznej cząsteczek</li> <li>• wyjaśnia ogólnie podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii</li> <li>• stosuje jednostki miary temperatury – kelwiny i stopnie Celsjusza; posługuje się zależnościami między tymi jednostkami</li> <li>• stosuje wzór na średnią energię kinetyczną cząsteczek</li> <li>• opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji</li> <li>• rozwiązuje bardzo proste zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje związek między temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną</li> <li>• wyjaśnia szczegółowo podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna substancji</li> <li>• interpretuje symulację obrazującą istotę ruchów Browna</li> <li>• planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania ciepła właściwego cieczy, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej</li> <li>• stosuje pojęcie ciepła właściwego; sporządza tabelę z wynikami pomiarów; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik mierzenia wielkości fizycznej; analizuje błędy pomiarów</li> <li>• rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki)</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, stosując pierwszą zasadę termodynamiki</li> <li>• wygłasza referat na temat występowania zjawisk cieplnych w przyrodzie, omawia mechanizm ich powstawania</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego ciepło właściwe substancji nie zależy od jej masy</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na bilans cieplny (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• wyznacza doświadczalnie ciepło właściwe cieczy, opracowuje wyniki pomiarów</li> <li>• rozwiązuje złożone (wymagające zastosowania kilku wzorów lub zależności), ale typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując równanie bilansu cieplnego</li> <li>• rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i problemowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• interpretuje artykuł dotyczący zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie w postaci pisemnej lub ustnej; wykonuje model danego zjawiska (lub plakat), stosując dowolną technikę</li> </ul>



<p>prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania</li> <li>• planuje pomiar ciepła właściwego cieczy, dobiera przyrządy, korzystając z podręcznika lub z pomocą nauczyciela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego</li> </ul>		
--	--	--	--

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje z pomocą nauczyciela typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• przedstawia własnymi słowami, z niewielką pomocą nauczyciela, główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego lub wybranych fragmentów podręcznika</li> <li>• opisuje efekt cieplarniany</li> <li>• omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie żywej</li> <li>• analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki; odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła</li> <li>• z pomocą nauczyciela (lub korzystając z podręcznika) planuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zależność temperatury wrzenia cieczy od ciśnienia atmosferycznego</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• opisuje wpływ konwekcji na klimat na Ziemi</li> <li>• planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia ciepła topnienia lodu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej</li> <li>• analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii</li> <li>• stosuje poznane wzory do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z bilansem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• wykonuje eksperyment obrazujący zjawiska fizyczne dotyczące ciepła (np. efekt cieplarniany)</li> <li>• planuje samodzielnie doświadczenia dotyczące przemian gazu, proponuje sposoby przedstawienia i analizy wyników</li> <li>• wyprowadza równanie stanu gazu doskonałego</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• wyjaśnia zależność między <math>C_p</math> a <math>C_v</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie planuje i wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, dobiera przyrządy, proponuje sposoby jej udoskonalenia, analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe związane z ciepłem topnienia i ciepłem parowania, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, posługując się kalkulatorem</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje zadania związane z</li> </ul>

<p>wyniki doświadczenia, sporządza i analizuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem ciśnienia jako makroskopowej wielkości fizycznej</li> <li>• omawia założenia modelu gazu doskonałego</li> <li>• z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste zadania związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> </ul>	<p>cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• korzystając z podręcznika, wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy</li> <li>• planuje doświadczenie dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy</li> <li>• interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izobaryczną i izochoryczną</li> <li>• wyjaśnia założenia gazu doskonałego; stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i izobarycznej</li> </ul>	<p>wykazuje wysoką umiejętność</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia własnymi słowami popularnonaukowe o wysokich temperaturach procesów cieplnych występujących w przyrodzie (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje z różnych źródeł, przedstawia całą klasę jego założenia, posługuje się technologiami informacyjno-komunikacyjnymi)</li> </ul>
--	---	--	--

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe</li> <li>• rozróżnia przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną</li> <li>• opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną</li> <li>• stosuje poznane wzory dotyczące przemian gazu doskonałego do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych (z pomocą nauczyciela)</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia znaczenie pojęcia ciśnienia w ujęciu mikroskopowym, obrazuje graficznie ciśnienie w ujęciu mikroskopowym</li> <li>• interpretuje równanie stanu gazu doskonałego</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną</li> <li>• interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań rachunkowych, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem</li> </ul>	

<p>krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia wielkości opisujące gaz</li> <li>• posługuje się pojęciem ciepła molowego przy stałym ciśnieniu i stałej objętości</li> <li>• oblicza pracę jako pole pod wykresem <math>p(V)</math> przedstawiającym przemianę gazową</li> <li>• wyjaśnia, że praca jest wykonywana tylko wtedy, gdy zmienia się objętość gazu</li> <li>• rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> </ul>	<p>izotermiczną i izobaryczną, uwzględniając kolejność przemian</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i przemianie izobarycznej; oblicza pracę w przemianie izobarycznej</li> <li>• odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy</li> <li>• wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisuje pierwszą zasadę termodynamiki w przypadku przemian: izotermicznej (izotermiczne sprężanie i rozprężanie gazu), izochorycznej, izobarycznej (ogrzewanie i oziębianie izobaryczne), <sup>R</sup>adiabatyckiej (sprężanie adiabatyckie)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• opisuje i analizuje przemiany energii w silnikach cieplnych i pompach ciepła</li> <li>• rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje wykres ilustrujący cykl, oblicza sprawność silników cieplnych na podstawie wymienionego ciepła i wykonanej pracy</li> <li>• wyjaśnia na przykładach statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego o przeciętnym stopniu trudności (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi</li> <li>• przedstawia ogólną zasadę działania silnika cieplnego</li> </ul>
---	---	--

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje drugą zasadę termodynamiki</li> <li>• podaje różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki, uzasadnia ich równoważność</li> <li>• wskazuje kierunki procesów zachodzących w przyrodzie</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego (np. dotyczącego zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie) lub fragmentów podręcznika (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korzysta ze wzoru na sprawność idealnego silnika Carnota, stosuje ten wzór do szacowania sprawności silników rzeczywistych</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje i opisuje przedstawione cykle termodynamiczne</li> <li>• oblicza sprawność silników cieplnych, opierając się na wymienianym cieple i wykonanej pracy</li> <li>• podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i wykorzystuje go w zadaniach</li> <li>• opisuje działanie silników spalinowych (czterosuwowych lub dwusuwowych), benzynowego i Diesla</li> <li>• wyjaśnia i opisuje cykl Otta jako przykład pracy silnika cieplnego</li> <li>• podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i stosuje go do rozwiązywania zadań</li> </ul>	

## 8 Grawitacja

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych</li> <li>• uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciężenia</li> <li>• wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi</li> <li>• rozróżnia pojęcia siły grawitacji i ciężaru</li> <li>• wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia</li> <li>• wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciężenia (z pomocą nauczyciela): rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy</li> <li>• podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• doświadczalnie bada, od czego zależy przyspieszenie ziemskie: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski</li> <li>• wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną <math>G</math></li> <li>• wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• podaje i stosuje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera</li> <li>• przedstawia krzywe obrazujące tory ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji</li> <li>• oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie ich orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciężenia</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego kilku kulistych ciał</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej</li> <li>• wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli)</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje graficznie i liczbowo zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciężenia</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• przedstawia wektorowy zapis trzeciego prawa Keplera</li> <li>• wyprowadza wzór na pracę wykonaną przez siłę grawitacyjną</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z wyznaczaniem energii potencjalnej i kinetycznej ciał, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności m.in. z wyznaczaniem wartości spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• wykazuje wysoką umiejętność</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzując pole centralne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego</li> <li>• oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała sferycznie symetrycznego)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje pole grawitacyjne ciał o symetrii kulistej na podstawie wykresu <math>\gamma(x)</math>; odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych</li> </ul>
--	---	---

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera z pomocą nauczyciela, posługując się kalkulatorem: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego</li> <li>• interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego</li> <li>• stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich</li> <li>• posługuje się pojęciami energii potencjalnej grawitacji i potencjału grawitacyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje wzór na natężenie pola przy powierzchni Ziemi; charakteryzując pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego</li> <li>• wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego</li> <li>• stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego</li> <li>• oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo</li> </ul>	

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• <sup>R</sup>wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i od Słońca</li></ul> |  |  |
|--|---|--|--|