

# KRYTERIA WYMAGAŃ NA POSZCZEGÓLNE OCENY Z FIZYKI W GIMNAZJUM

KLASA I

## 1. Wykonujemy pomiary

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- wymienia przyrządy, za pomocą których mierzymy długość, temperaturę, czas, szybkość i masę,
- wymienia jednostki mierzonych wielkości,
- podaje zakres pomiarowy przyrządu,
- podaje dokładność przyrządu,
- mierzy wartość siły w niutonach za pomocą siłomierza,
- wie, że wartość siły ciężkości jest wprost proporcjonalna do masy ciała,
- odczytuje gęstość substancji z tabeli,
- mierzy objętość ciał o nieregularnych kształtach za pomocą menzurki,
- wykazuje, że skutek nacisku na podłoże, ciała o ciężarze  $F$  zależy od wielkości powierzchni zetknięcia ciała z podłożem,
- podaje jednostkę ciśnienia i jej wielokrotności,
- mierzy ciśnienie atmosferyczne za pomocą barometru.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- oblicza wartość najbardziej zbliżoną do rzeczywistej wartości mierzonych wielkości jako średnią arytmetyczną wyników,
- przelicza jednostki długości, czasu i masy,
- wykazuje doświadczalnie, że wartość siły ciężkości jest wprost proporcjonalna do masy ciała
- oblicza wartość ciężaru posługując się wzorem  $F_c = mg$
- uzasadnia potrzebę wprowadzenia siły jako wielkości wektorowej,
- wyznacza doświadczalnie gęstość ciała stałego o regularnych kształtach,
- wyznacza doświadczalnie gęstość cieczy,
- oblicza gęstość substancji ze związku  $m = V\rho$ ,
- szacuje niepewności pomiarowe przy pomiarach masy i objętości,
- oblicza ciśnienie za pomocą wzoru  $F = pS$ ,
- przelicza jednostki ciśnienia,
- mierzy ciśnienie w oponie samochodowej,
- na podstawie wyników zgromadzonych w tabeli sporządza wykres zależności jednej wielkości fizycznej od drugiej

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- wyjaśnia na przykładach przyczyny występowania niepewności pomiarowych,
- zapisuje różnice między wartością końcową i początkową wielkości fizycznej (np.  $\Delta l$ ),
- podaje cechy wielkości wektorowej,
- przekształca wzór  $F_c = mg$  i oblicza masę ciała, znając wartość jego ciężaru,
- rysuje wektor obrazujący siłę o zadanej wartości (przyjmując odpowiednią jednostkę), przekształca wzór i oblicza każdą z wielkości fizycznych we wzorze  $\rho = m/V$ ,
- przekształca wzór i oblicza każdą z wielkości występujących we wzorze  $F = pS$ ,
- rozpoznaje w swoim otoczeniu zjawiska, w których istotną rolę odgrywa ciśnienie atmosferyczne i urządzenia, do działania, których jest ono niezbędne,
- wykazuje, że jeśli dwie wielkości są do siebie wprost proporcjonalne, to wykres zależności jednej od drugiej jest półprostą wychodzącą z początku układu osi.

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- wyjaśnia, co to znaczy wyzerować przyrząd pomiarowy,
- wyjaśnia pojęcie szacowania wartości wielkości fizycznej, przelicza gęstość wyrażoną w  $\text{kg/m}^3$  na  $\text{g/cm}^3$  i na odwrót,
- odróżnia mierzenie wielkości fizycznej od jej wyznaczania (pomiaru pośredniego)
- zaokrągla wynik pomiaru pośredniego do dwóch cyfr znaczących,
- opisuje zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości nad poziomem morza,
- wyznacza doświadczalnie ciśnienie atmosferyczne za pomocą strzykawki i siłomierza,
- wyciąga wnioski o wartościach wielkości fizycznych na podstawie kąta nachylenia wykresu do osi poziomej.

## **2. Niektóre właściwości fizyczne ciał**

### **Na ocenę dopuszczającą uczniów:**

- wymienia stany skupienia ciał i podaje ich przykłady,
- podaje przykłady ciał kruchych, sprężystych i plastycznych,
- wymienia i opisuje zmiany stanów skupienia ciał,
- podaje przykłady topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji,
- podaje przykłady rozszerzalności temperaturowej ciał stałych, cieczy i gazów,
- podaje przykłady rozszerzalności temperaturowej w życiu codziennym i technice.

### **Na ocenę dostateczną** uczniów powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- opisuje stałość objętości i nieściśliwość cieczy,
- wykazuje doświadczalnie ściśliwość gazów,
- odróżnia wodę w stanie gazowym (jako niewidoczną) od mgły i chmur,
- podaje temperatury krzepnięcia wrzenia wody,
- odczytuje z tabeli temperatury topnienia i wrzenia,
- opisuje anomalną rozszerzalność wody i jej znaczenie w przyrodzie,
- opisuje zachowanie taśmy bimetalicznej przy jej ogrzewaniu.

### **Na ocenę dobrą** uczniów powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- opisuje właściwości plazmy,
- opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia.
- opisuje zależność szybkości parowania od temperatury,
- za pomocą symboli  $\Delta l$  i  $\Delta t$  lub  $\Delta V$  i  $\Delta t$  zapisuje fakt, że przyrost długości drutów lub objętości cieczy jest wprost proporcjonalny do przyrostu temperatury,
- wyjaśnia zachowanie taśmy bimetalicznej podczas jej ogrzewania,
- wymienia zastosowania praktyczne taśmy bimetalicznej.

### **Na ocenę bardzo dobrą** uczniów dodatkowo:

- wykazuje doświadczalnie zachowanie objętości ciała stałego przy zmianie jego kształtu,
- podaje przykłady zmian właściwości ciał spowodowanych zmianą temperatury i skutki spowodowane przez tę zmianę,
- wyjaśnia przyczyny skraplania pary wodnej zawartej w powietrzu, np. na okularach, szklankach i potwierdza to doświadczalnie,
- wykazuje doświadczalnie zmiany objętości ciał podczas krzepnięcia,
- wykorzystuje do obliczeń prostą proporcjonalność przyrostu długości do przyrostu temperatury.

## **3. Cząsteczkowa budowa ciał**

### **Na ocenę dopuszczającą uczniów:**

- opisuje doświadczenie uzasadniające hipotezę o cząsteczkowej budowie ciał,
- opisuje zjawisko dyfuzji,
- podaje przyczyny tego, że ciała stałe i ciecze nie rozpadają się na oddzielne cząsteczki,
- podaje przykłady atomów i cząsteczek,
- podaje przykłady pierwiastków i związków chemicznych.

### **Na ocenę dostateczną** uczniów powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- przelicza temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na tę samą temperaturę w skali Kelvina i na odwrot,
- na wybranym przykładzie opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego, demonstrując odpowiednie doświadczenie,
- wyjaśnia rolę mydła i detergentów,
- opisuje różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów,
- wyjaśnia, dlaczego na wewnętrzne ściany zbiornika gaz wywiera parcie,
- podaje przykłady sposobów, którymi można zmienić ciśnienie gazu w zamkniętym zbiorniku.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- wykazuje doświadczalnie zależność szybkości dyfuzji od temperatury,
- podaje przykłady działania sił spójności i sił przylegania,
- wyjaśnia zjawisko menisku wklęsłego,
- wyjaśnia pojęcia: atomu, cząsteczki, pierwiastka i związku chemicznego,
- objaśnia, co to znaczy, że ciało stałe ma budowę krystaliczną.

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- opisuje związek średniej szybkości cząsteczek gazu lub cieczy z jego temperaturą,
- uzasadnia wprowadzenie skali Kelvina,
- wyjaśnia zjawisko włoskowatości i podaje przykłady zjawiska włoskowatości w przyrodzie,
- doświadczalnie szacuje średnicę cząsteczki oleju,
- wymienia i objaśnia sposoby zwiększania ciśnienia gazu w zamkniętym zbiorniku.

#### **4. Jak opisujemy ruch?**

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- opisuje ruch ciała w podanym układzie odniesienia.
- klasyfikuje ruchy ze względu na kształt toru,
- wymienia cechy charakteryzujące ruch prostoliniowy jednostajny,
- zapisuje wzór i nazywa występujące w nim wielkości ( $s = tu$ )
- oblicza drogę przebytą przez ciało na podstawie wykresu zależności  $u(t)$ ,
- oblicza średnią wartość prędkości  $u_{sr} = st$ ,
- planuje czas podróży na podstawie mapy i oszacowanej średniej szybkości pojazdu,
- podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego,
- podaje wzór na wartość przyspieszenia,
- podaje jednostki przyspieszenia,
- podaje wartość przyspieszenia ziemskiego.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- rozróżnia pojęcia toru ruchu i drogi,
- na podstawie różnych wykresów  $s(t)$  odczytuje drogę przebywaną przez ciało w różnych odstępach czasu,
- oblicza wartość prędkości ze wzoru  $s = tu$ ,
- wartość prędkości w km/h wyraża w m/s i na odwrot,
- uzasadnia potrzebę wprowadzenia do opisu ruchu wielkości wektorowej –prędkości,
- na przykładzie wymienia cechy prędkości, jako wielkości wektorowej,
- odróżnia średnią wartość prędkości od chwilowej wartości prędkości,
- wyznacza doświadczalnie średnią wartość prędkości biegu lub pływania lub jazdy na rowerze,
- opisuje ruch jednostajnie przyspieszony,
- posługuje się pojęciem wartości przyspieszenia do opisu ruchu jednostajnie przyspieszonego.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- obiera układ odniesienia i opisuje ruch w tym układzie,
- wyjaśnia, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne,
- doświadczalnie bada ruch jednostajny prostoliniowy i formułuje wniosek  $s \sim t$ ,
- sporządza wykres zależności  $u(t)$  na podstawie danych z tabeli,
- podaje interpretację fizyczną pojęcia szybkości,
- opisuje ruch prostoliniowy jednostajny używając pojęcia prędkości,
- rysuje wektor obrazujący prędkość o zadanej wartości (przyjmując odpowiednią jednostkę),
- sporządza wykres zależności  $u(t)$  dla ruchu jednostajnie przyspieszonego,
- opisuje jakościowo ruch opóźniony,
- przekształca wzór i oblicza każdą wielkość z tego wzoru na wartość przyspieszenia,
- sporządza wykres zależności  $a(t)$  dla ruchu jednostajnie przyspieszonego.

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnej  $x$ ,
- sporządza wykres zależności  $s(t)$  na podstawie wyników doświadczenia zgromadzonych w tabeli,
- przekształca wzór i oblicza każdą z występujących w nim wielkości  $u=s/t$ ,
- wyjaśnia, że pojęcie „prędkość” w znaczeniu fizycznym to prędkość chwilowa,
- wykonuje zadania obliczeniowe, posługując się średnią wartością prędkości
- podaje interpretację fizyczną pojęcia przyspieszenia.

## **5. Siły w przyrodzie**

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- wymienia różne rodzaje oddziaływania ciał,
- na przykładach rozpoznaje oddziaływania bezpośrednie i na odległość,
- podaje przykład dwóch sił równoważących się,
- na prostych przykładach ciał spoczywających wskazuje siły równoważące się,
- analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki,
- podaje przykłady występowania sił sprężystości w swoim otoczeniu,
- podaje przykłady, w których na ciała poruszające się w powietrzu działa siła oporu powietrza,
- wymienia niektóre sposoby zmniejszania i zwiększania tarcia,
- wykorzystuje ciężar cieczy do uzasadnienia zależności ciśnienia cieczy na dnie zbiornika od wysokości słupa cieczy,
- podaje przykłady parcia gazów i cieczy na ściany zbiornika.
- opisuje ruch ciała pod działaniem stałej siły wypadkowej zwróconej tak samo jak prędkość.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowe:

- wykazuje doświadczalnie, że siły wzajemnego oddziaływania mają jednakowe wartości, ten sam kierunek, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia,
- oblicza wartość i określa zwrot wypadkowej dwóch sił działających na ciało wzdłuż jednej prostej o zwrotach zgodnych i przeciwnych,
- wymienia siły działające na ciężarek wiszący na sprężynie,
- podaje przykłady świadczące o tym, że wartość siły oporu powietrza wzrasta wraz ze wzrostem szybkości ciała,
- wykazuje doświadczalnie, że siły tarcia występujące przy toczeniu mają mniejsze wartości niż przy przesuwaniu jednego ciała po drugim,
- podaje przykłady pożytecznych i szkodliwych skutków działania sił tarcia,
- opisuje praktyczne skutki występowania ciśnienia hydrostatycznego,
- podaje przykłady wykorzystania prawa Pascala,
- wyznacza doświadczalnie wartość siły wyporu działającej na ciało zanurzone w cieczy,
- podaje warunek pływania i tonięcia ciała zanurzonego w cieczy,
- zapisuje wzorem drugą zasadę dynamiki i odczytuje ten zapis.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- na dowolnym przykładzie wskazuje siły wzajemnego oddziaływania, rysuje je i podaje cechy tych sił,
- opisuje wzajemne oddziaływanie ciał posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona,
- podaje przykład kilku sił działających wzdłuż jednej prostej i równoważących się,
- oblicza wartość i określa zwrot wypadkowej kilku sił działających na ciało wzdłuż jednej prostej o zwrotach zgodnych o przeciwnych,
- podaje przyczyny występowania sił tarcia,
- oblicza ciśnienie słupa cieczy na dnie cylindrycznego naczynia  $p = \rho gh$ ,
- podaje wzór na wartość siły wyporu i wykorzystuje go do wykonywania obliczeń,
- oblicza każdą z wielkości we wzorze  $F=ma$ ,
- podaje wymiar 1 niutona.

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- opisuje zjawisko odrzutu,
- opisuje doświadczenie potwierdzające pierwszą zasadę dynamiki,
- na przykładzie opisuje zjawisko bezwładności,
- wyjaśnia, że w skutek rozciągania lub ściskania ciała pojawiają się w nim siły dążące do przywrócenia początkowych rozmiarów i kształtów, czyli siły sprężystości,

- wykazuje doświadczalnie, że wartość siły tarcia kinetycznego nie zależy od pola powierzchni styku ciał przesuwających się względem siebie, a zależy od rodzaju powierzchni ciał trących o siebie i wartości siły dociskającej te ciała do siebie,
- wykorzystuje wzór na ciśnienie hydrostatyczne w zadaniach obliczeniowych,
- objaśnia zasadę działania podnośnika hydraulicznego i hamulca samochodowego,
- wyjaśnia pływanie i tonięcie ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki,
- wyjaśnia pochodzenie siły nośnej i zasadę unoszenia się samolotu,
- przez porównanie wzorów  $Fma = cFmg$  uzasadnia, że współczynnik  $g$  to wartość przyspieszenia, z jakim spadają ciała,
- wyjaśnia, co to znaczy, że ciało jest w stanie nieważkości.

## **6. Praca. Moc. Energia**

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- podaje przykłady wykonania pracy w sensie fizycznym,
- podaje jednostkę pracy (1 J),
- podaje przykłady energii w przyrodzie i sposoby jej wykorzystywania,
- podaje przykłady ciał posiadających energię potencjalną ciężkości i energię kinetyczną,
- wymienia czynności, które należy wykonać, by zmienić energię potencjalną ciała.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowe:

- podaje warunki konieczne do tego, by w sensie fizycznym była wykonywana praca,
- oblicza pracę ze wzoru  $W = Fs$ ,
- sporządza wykres zależności  $W(s)$  oraz  $F(s)$ , odczytuje i oblicza pracę a podstawie tych wykresów,
- wyjaśnia, co to znaczy, że ciało posiada energię mechaniczną,
- podaje przykłady przemiany energii potencjalnej w kinetyczną i na odwrót, posługując się zasadą zachowania energii mechanicznej,
- opisuje zasadę działania dźwigni dwustronnej,
- podaje warunek równowagi dźwigni dwustronnej,
- wyznacza doświadczalnie nieznaną masę za pomocą dźwigni dwustronnej, linijki i ciała o znanej masie.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- wyraża jednostkę pracy,
- oblicza każdą z wielkości we wzorze  $W = F s$ ,
- wyjaśnia pojęcia układu ciał wzajemnie oddziałujących oraz sił wewnętrznych w układzie i zewnętrznych spoza układu,
- oblicza energię potencjalną ciężkości ze wzoru i kinetyczną ze wzoru,
- stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do rozwiązywania zadań obliczeniowych,
- wyjaśnia, w jaki sposób maszyny proste ułatwiają nam wykonywanie pracy.

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- podaje ograniczenia stosowalności wzoru  $W = F s$ ,
- wyjaśnia i zapisuje związek  $\Delta E = W$ ,
- oblicza energię potencjalną względem dowolnie wybranego poziomu zerowego,
- objaśnia i oblicza sprawność urządzenia mechanicznego,
- opisuje zasadę działania bloku nieruchomego i kołowrotu.

## **7. Przemiany energii w zjawiskach cieplnych**

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- wymienia składniki energii wewnętrznej,
- opisuje przepływ ciepła (energii) od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze, następujący przy zetknięciu tych ciał,
- podaje przykłady przewodników i izolatorów,
- opisuje proporcjonalność ilości dostarczonego ciepła do masy ogrzewanego ciała i przyrostu jego temperatury,
- odczytuje z tabeli wartości ciepła właściwego,
- opisuje zjawisko topnienia (stałość temperatury, zmiany energii wewnętrznej topniejących ciał),
- opisuje proporcjonalność ilości dostarczanego ciepła w temperaturze topnienia do masy ciała, które chcemy stopić,

- analizuje (energetycznie) zjawisko parowania i wrzenia,
- opisuje zależność szybkości parowania od temperatury.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- podaje przykłady, w których na skutek wykonania pracy wzrosła energia wewnętrzna ciała,
- opisuje rolę izolacji cieplnej w życiu codziennym,
- podaje przykłady występowania konwekcji w przyrodzie,
- analizuje znaczenie dla przyrody, dużej wartości ciepła właściwego wody,
- oblicza ciepło właściwe na podstawie wzoru  $Q=c_w m \Delta T$
- podaje przykład znaczenia w przyrodzie dużej wartości ciepła topnienia lodu,
- odczytuje z tabeli temperaturę topnienia i ciepło topnienia,
- opisuje proporcjonalność ilości dostarczanego ciepła do masy cieczy zamienianej w parę,
- odczytuje z tabeli temperaturę wrzenia i ciepło parowania,
- podaje przykłady znaczenia w przyrodzie dużej wartości ciepła parowania wody.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- wyjaśnia, dlaczego podczas ruchu z tarcieniem nie jest spełniona zasada zachowania energii mechanicznej,
- formułuje jakościowo pierwszą zasadę termodynamiki,
- wyjaśnia zjawisko konwekcji,
- uzasadnia, dlaczego w cieczach i gazach przepływ energii odbywa się głównie przez konwekcję,
- na podstawie proporcjonalności  $Q \sim m$ ,  $Q \sim \Delta T$  definiuje ciepło właściwe substancji,
- oblicza każdą wielkość ze wzoru  $Q=c_w m \Delta T$ ,
- wyjaśnia sens fizyczny pojęcia ciepła właściwego,
- objaśnia, dlaczego podczas topnienia i krzepnięcia temperatura pozostaje stała, mimo zmiany energii wewnętrznej,
- na podstawie proporcjonalności  $Q \sim m$  definiuje ciepło topnienia substancji
- oblicza każdą wielkość ze wzoru  $Q=mc_t$ ,
- opisuje zależność temperatury wrzenia od zewnętrznego ciśnienia,
- na podstawie proporcjonalności  $Q \sim m$  definiuje ciepło parowania,
- oblicza każdą wielkość ze wzoru  $Q=mc_p$ .

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- wyjaśnia, dlaczego przyrost temperatury ciała świadczy o wzroście jego energii wewnętrznej,
- wykorzystując model budowy materii, objaśnia zjawisko przewodzenia ciepła,
- opisuje znaczenie konwekcji w prawidłowym oczyszczaniu powietrza w mieszkaniach,
- sporządza bilans cieplny dla wody i oblicza szukaną wielkość,
- opisuje zasadę działania wymiennika ciepła i chłodnicy,
- wyjaśnia sens fizyczny pojęcia ciepła topnienia,
- doświadczalnie wyznacza ciepło topnienia lodu,
- wyjaśnia sens fizyczny pojęcia ciepła parowania,
- opisuje zasadę działania chłodziarki.

## **8. Drgania i fale sprężyste**

**Na ocenę dopuszczającą** uczeń:

- wskazuje w otoczeniu przykłady ciał wykonujących ruch drgający,
- opisuje ruch wahadła i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii w tych ruchach,
- demonstruje falę poprzeczną i podłużną,
- podaje różnice między tymi falami,
- opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych.

**Na ocenę dostateczną** uczeń powinien opanować wszystkie wymagania na stopień dopuszczający oraz dodatkowo:

- podaje znaczenie pojęć: położenie równowagi, wychylenie, amplituda, okres, częstotliwość,
- doświadczalnie wyznacza okres i częstotliwość drgań wahadła i ciężarka na sprężynie,
- posługuje się pojęciami długości fali, szybkości rozchodzenia się fali, kierunku rozchodzenia się fali,
- wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku,
- podaje rząd wielkości szybkości fali dźwiękowej w powietrzu,
- wyjaśnia, co nazywamy ultradźwiękami i infradźwiękami.

**Na ocenę dobrą** uczeń powinien dodatkowo opanować rozszerzone wymagania:

- odczytuje amplitudę i okres z wykresu  $x(t)$  dla drgającego ciała,
- opisuje zjawisko izochronizmu wahadła,
- opisuje mechanizm przekazywania drgań jednego punktu ośrodka do drugiego w przypadku fali na napiętej linie i fal dźwiękowych w powietrzu
- stosuje wzory  $\lambda = uT$  oraz do obliczeń  $\lambda = u/f$ ,
- podaje cechy fali dźwiękowej (częstotliwość 16 Hz – 20000 Hz, fala podłużna),
- opisuje występowanie w przyrodzie i zastosowania infradźwięków i ultradźwięków (np. w medycynie).

**Na ocenę bardzo dobrą** uczeń dodatkowo:

- opisuje przykłady drgań tłumionych i wymuszonych,
- wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do opisu ruchu wahadła,
- uzasadnia, dlaczego fale podłużne mogą się rozchodzić w ciałach stałych, ciekach i gazach, a fale poprzeczne tylko w ciałach stałych,
- opisuje doświadczalne badanie związku częstotliwości drgań źródła z wysokością dźwięku.

**Na ocenę celującą** uczeń dodatkowo:

- posiada wiedzę wykraczającą poza program nauczania,
- potrafi rozwiązywać trudne zadania wymagające logicznego myślenia i łączenia wielu zjawisk i praw fizycznych,
- posiada osiągnięcia w konkursach fizycznych.