

**Wymagania edukacyjne z przedmiotu:  
FIZYKA  
dla klasy 2 – technik automatyk – rok szkolny 2024/2025**

**Ocenianie ma na celu:**

1. Poinformowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych i postępach w tym zakresie.
2. Pomoc uczniowi w samodzielnym planowaniu własnego rozwoju.
3. Motywowanie ucznia do dalszej pracy.
4. Dostarczenie rodzicom/prawnym opiekunom i nauczycielom informacji o postępach, trudnościach i specjalnych uzdolnieniach ucznia.
5. Umożliwienie nauczycielom doskonalenia organizacji i metod pracy dydaktyczno-wychowawczej.

**I. PODSTAWOWE WYMAGANIA**

- Uczeń ma obowiązek posiadać zeszyt przedmiotowy do fizyki oraz zbiór zadań.
- Uczeń ma obowiązek prowadzenia **zeszytu przedmiotowego** i zapisywania w nim wszystkich informacji podawanych na lekcjach (również tych, na których uczeń nie był obecny).
- **Uczeń musi mieć ocenę z każdego przeprowadzonego sprawdzianu.** W przypadku nieobecności ucznia w pierwszym terminie sprawdzianu:
  - uczeń pisze sprawdzian na kolejnej lekcji (jeżeli nieobecność ucznia była tylko w dniu sprawdzianu),
  - uczeń zobowiązany jest do ustalenia dodatkowego terminu sprawdzianu na pierwszej lekcji fizyki po powrocie do szkoły (jeżeli nieobecność ucznia była dłuższa niż jeden dzień) – w przypadku niespełnienia tego obowiązku przez ucznia, musi on napisać sprawdzian w terminie odgórnie ustalonym przez nauczyciela.
- Uczeń ma prawo zgłosić **nieprzygotowanie** do lekcji (1 lub 2 razy w ciągu semestru – zgodnie z ustaleniem nauczyciela na początku roku). Nieprzygotowanie uczeń musi zgłosić tuż po rozpoczęciu się zajęć, zapisując swój numer na tablicy. Przez nieprzygotowanie się do lekcji rozumiemy: brak zeszytu, brak pracy domowej, niegotowość do odpowiedzi, brak zbioru zadań i pomocy potrzebnych do lekcji. Wyjątek stanowią zapowiedziane lekcje powtórzeniowe, kartkówki i sprawdziany, do których uczeń nie może zgłosić nieprzygotowania.

**II. WYMAGANIA EDUKACYJNE NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA POSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH Z FIZYKI**

**Dział 6 Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej**

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował wiadomości i umiejętności przewidywanych w wymaganiach koniecznych na ocenę dopuszczającą.

Ocenę **dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który potrafi:

- zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów,
- podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych,
- wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna,
- podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej,
- podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy,
- podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi

obrotu,

- wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprowadzenia bryły w ruch obrotowy,
- na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły
- wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich,
- aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły,
- wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zeru,
- obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu
- większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego,
- opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii.

**Ocenę dostateczną otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dopuszczającą, a ponadto potrafi:**

- podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego,
- posługiwać się pojęciami: szybkość kąowa średnia i chwilowa, prędkość kąowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kąowe średnie i chwilowe,
- obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kąową i moment bezwładności względem osi symetrii,
- na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot,
- podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych,
- podać warunki równowagi bryły sztywnej,
- podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych,
- aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły,
- napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu,
- podać kierunek i zwrot momentu pędu,
- obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu,
- wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami,
- podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu,
- zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu.

**Ocenę dobrą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a ponadto potrafi:**

- wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienne,
- wyprowadzić i objaśnić związki między wielkościami opisującymi ruch obrotowy,
- wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły,
- zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły,
- korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności,
- formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego,

- podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych,
- na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu,
- zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły,
- zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły,
- zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci  $\vec{M} = (\Delta \vec{L}) / \Delta t$  i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu,
- za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu,
- wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań,
- obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu,
- zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dobrą, a ponadto potrafi:

- pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach,
- precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego,
- stosować definicję momentu bezwładności  $\Sigma = m_i r_i^2$  i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył,
- wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły,
- wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły,
- wyjaśnić zasadę działania wielokrażka,
- obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci  $\vec{M} = (\Delta \vec{L}) / \Delta t$ ,
- obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu,
- wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności,
- opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,
- wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana.

Ocenę **celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą, a ponadto potrafi:

- biegle posługuje się zdobytą wiedzą i umiejętnościami,
- rozwija samodzielnie swoje zainteresowania,
- posiada umiejętności rozwiązywania złożonych problemów lub proponuje inne niekonwencjonalne rozwiązania,
- osiąga sukcesy w konkursach, olimpiadach, kwalifikując się do etapów na szczeblu pozaszkolnym,
- ze sprawdzianów osiąga 100% możliwych punktów do zdobycia.

## Dział 7 Pole grawitacyjne

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował wiadomości i umiejętności przewidywanych w wymaganiach koniecznych na ocenę dopuszczającą.

Ocenę **dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który potrafi:

- przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego,
- zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji,
- wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci,
- zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi,
- przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie,
- zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne,
- odpowiedzieć na pytanie: *Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?*
- objaśnić znaczenie wielkości fizycznych występujących we wzorze na pracę siły zewnętrznej, równoważącej siłę grawitacji, przy przemieszczaniu ciała w centralnym polu grawitacyjnym i wywnioskować, że nie zależy ona od kształtu toru, po którym porusza się ciało,
- na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności,
- sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej,
- podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.

Ocenę **dostateczną** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dopuszczającą, a ponadto potrafi:

- sformułować i objaśnić prawa Keplera,
- objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji,
- wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości,
- objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny”,
- wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego,
- podać definicję natężenia pola grawitacyjnego,
- przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość  $h$  po kilku różnych drogach oraz sformułować wnioski,
- uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne,
- sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu  $R$ ,
- podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi,
- opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka.

Ocenę **dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a ponadto potrafi:

- wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce,
- korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań,
- wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie  $m$  umieszczone na planecie jest

- wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety,
- wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej,
- obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie,
- określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie,
- z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego,
- sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla  $r \geq R$ ,
- wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym,
- podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna,
- zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola,
- zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,
- objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dobrą, a ponadto potrafi:

- przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii,
- przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona,
- przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych,
- stosować zasadę superpozycji natężeń,
- obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi,
- wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie,
- sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym,
- uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona,
- podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe,
- zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę,
- odpowiedzieć na pytanie: *Od czego zależy potencjał pola centralnego?*,
- narysować wykres  $V(r)$  dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego,
- zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną,
- podać warunki, w których występuje stan nieważkości,
- wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji).

Ocenę **celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą, a ponadto potrafi:

- biegle posługuje się zdobytą wiedzą i umiejętnościami,
- rozwija samodzielnie swoje zainteresowania,
- posiada umiejętności rozwiązywania złożonych problemów lub proponuje inne

- niekonwencjonalne rozwiązania,
- osiąga sukcesy w konkursach, olimpiadach, kwalifikując się do etapów na szczeblu pozaszkolnym,
- ze sprawdzianów osiąga 100% możliwych punktów do zdobycia.

### Dział 9 Ruch drgający harmoniczny

#### Ocenę niedostateczną otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował wiadomości i umiejętności przewidywanych w wymaganiach koniecznych na ocenę dopuszczającą.

#### Ocenę dopuszczającą otrzymuje uczeń, który potrafi:

- podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości,
- wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego,
- zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę,
- opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego,
- zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości,
- aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny,
- zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny,
- omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny,
- opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne,
- zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego.

#### Ocenę dostateczną otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dopuszczającą, a ponadto potrafi:

- rozdzielić zjawiska sprężyste i plastyczne,
- wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny,
- zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi,
- obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu wzdłuż osi  $x$  zwróconej pionowo w górę,
- sporządzić i zinterpretować wykresy zależności  $x(t)$ ,  $v_x(t)$  i  $a_x(t)$ ,
- na podstawie wykresu  $F_x(x)$  wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości,
- zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań,
- wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu.

#### Ocenę dobrą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a ponadto potrafi:

- podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych,
- podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny,
- wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę,
- zapisać i objaśnić wzory na współrzędne  $x$ ,  $v_x$ ,  $a_x$  i  $F_x$  w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia,

- zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny,
- wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu,
- wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym,
- wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła,
- wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego,
- wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dobrą, a ponadto potrafi:

- objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych,
- na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny,
- na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek dotyczący ruchu rzutu na oś  $x$  punktu poruszającego się po okręgu,
- obliczać współrzędne  $x$ ,  $v_x$ ,  $a_x$  i  $F_x$  przy dowolnej fazie początkowej,
- wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,
- sporządzać wykresy zależności  $E_p(x)$ ,  $E_k(x)$  oraz  $E_p(t)$  i  $E_k(t)$ ,
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności,
- wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie,
- wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”.

Ocenę **celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą, a ponadto potrafi:

- biegle posługuje się zdobytą wiedzą i umiejętnościami,
- rozwija samodzielnie swoje zainteresowania,
- posiada umiejętności rozwiązywania złożonych problemów lub proponuje inne niekonwencjonalne rozwiązania,
- osiąga sukcesy w konkursach, olimpiadach, kwalifikując się do etapów na szczeblu pozaszkolnym,
- ze sprawdzianów osiąga 100% możliwych punktów do zdobycia.

## **Dział 10 Termodynamika**

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował wiadomości i umiejętności przewidywanych w wymaganiach koniecznych na ocenę dopuszczającą.

Ocenę **dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który potrafi:

- wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia,
- wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu,
- objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina,
- zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego
- wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie,
- wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu,
- wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała”,
- wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia,

- opisać przemianę adiabatyczną gazu,
- wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym,
- stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego,
- opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego,
- podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii,
- podać fazy, w których może występować ta sama substancja,
- opisać zjawiska topnienia i parowania,
- wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona,
- odpowiedzieć na pytanie: *Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?*,
- podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej,
- podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał.

**Ocenę dostateczną otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dopuszczającą, a ponadto potrafi:**

- wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej”,
- wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały,
- uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów,
- zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu,
- zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona,
- wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle’a, Charles’a i Gay-Lussaca,
- uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu ,
- wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciału ciepła,
- wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki  $Q$  i  $W$  w różnych procesach,
- zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków,
- zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe
- zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie,
- podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy,
- wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika,
- opisać zasadę działania chłodziarek i pomp cieplnych,
- wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii,
- podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania,
- wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego,
- zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej
- wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała,
- podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej
- zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej,
- odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej,



- zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych.

Ocenę **dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a ponadto potrafi:

- wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol,
- badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym,
- zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości,
- przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego,
- wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny,
- sporządzać wykresy zależności  $p(V)$  przy stałej temperaturze gazu,  $p(T)$  przy stałej objętości gazu i  $V(T)$  przy stałym ciśnieniu,
- wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”,
- wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma  $i$  stopni swobody,
- skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie,
- obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu,
- zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki  $W$  i  $Q$  dla różnych przypadków,
- zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem,
- wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu i wywnioskować na tej podstawie, że zmiana energii wewnętrznej w dowolnej przemianie gazu doskonałego zachodzącej między stanami  $A$  i  $B$  jest równa zmianie energii wewnętrznej dla przemiany izochorycznej zachodzącej między tymi stanami,
- opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego,
- zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny,
- sformułować drugą zasadę termodynamiki,
- podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki,
- sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła,
- podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe,
- podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym,
- porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów,
- opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę dobrą, a ponadto potrafi:

- wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki,
- przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążących ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości,
- obliczyć stałą gazową  $R$  i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona,
- wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanna i temperaturę w skali bezwzględnej,
- skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle’a, prawo Charles’a

- i prawo Gay-Lussaca,
- za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody,
- udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględna pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem  $p(V)$  dla tej przemiany,
- sporządzić wykresy zależności  $p(V)$  dla przemian izotermicznej i adiabatycznej,
- wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat,
- wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem,
- przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki,
- opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne,
- sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota,
- zdefiniować skuteczność chłodzenia,
- przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania,
- wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu,
- sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt,
- wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”,
- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej,
- obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych,
- wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję,
- objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w przęcie.

Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą, a ponadto potrafi:

- biegle posługuje się zdobytą wiedzą i umiejętnościami,
- rozwija samodzielnie swoje zainteresowania,
- posiada umiejętności rozwiązywania złożonych problemów lub proponuje inne niekonwencjonalne rozwiązania,
- osiąga sukcesy w konkursach, olimpiadach, kwalifikując się do etapów na szczeblu pozaszkolnym,
- ze sprawdzianów osiąga 100% możliwych punktów do zdobycia.

### III. METODY I NARZĘDZIA SPRAWDZANIA I OCENIANIA OSIĄGNIĘĆ UCZNIÓW

#### A. Formy aktywności podlegające ocenianiu:

- Ocenienie pracy uczniów odbywa się na podstawie przeprowadzonych sprawdzianów, kartkówek, odpowiedzi ustnych (obejmujących 3 ostatnie tematy), prac domowych, aktywności uczniów na lekcji, prac dodatkowych (projekty, referaty, konkursy, olimpiady).
- Sprawdziany, kartkówki oraz zadania domowe mogą być przeprowadzane zarówno w formie pisemnej jak i przy użyciu dostępnych narzędzi multimedialnych.
- Sprawdziany są zapowiadane z co najmniej tygodniowym wyprzedzeniem, z dokonaniem wpisu w dzienniku elektronicznym.
- Kartkówki mogą być zapowiedziane (z materiału wyznaczonego przez nauczyciela) lub niezapowiedziane (z 3 ostatnich tematów). Ich intensywność

zależy od zapotrzebowania klasy na tego typu sprawdzanie wiadomości.

- Uczeń może zostać wywołany do odpowiedzi zgodnie z WSO. Poza kolejnością „prawo” do odpowiedzi nabywa osoba, która w sposób szczególny rozmawia na lekcji przeszkadzając w jej prowadzeniu.
- Uczeń może otrzymać ocenę dodatkową za udział w konkursach, olimpiadach fizycznych, projektach badawczych.

#### **B. Tryb oceniania:**

- Punkty uzyskane ze sprawdzianów przeliczane są na stopnie według następującej skali:

○ 100%	celujący
○ 99% - 90%	bardzo dobry
○ 89% - 70%	dobry
○ 69% - 50%	dostateczny
○ 49% - 30%	dopuszczający
○ 29% - 0%	niedostateczny
- Oceny ze sprawdzianów stanowią najważniejszą część składową oceny śródrocznej i rocznej.
- Do uzyskania oceny pozytywnej śródrocznej (rocznej), **uczeń musi uzyskać w ciągu półrocza (roku) oceny pozytywne z każdego sprawdzianu.**
- Ocena śródroczna jest wystawiana na podstawie ocen bieżących ze szczególnym uwzględnieniem ocen ze sprawdzianów; ocena roczna jest wystawiana na podstawie ocen bieżących z całego roku szkolnego, również ze szczególnym uwzględnieniem ocen ze sprawdzianów.
- Jeżeli uczeń na koniec pierwszego półrocza uzyskał ocenę niedostateczną powinien uzupełnić braki i opanować wiedzę w stopniu niezbędnym do kontynuowania nauki fizyki (obowiązuje pisemne zaliczenie materiału nauczania realizowanego w pierwszym półroczu w ciągu dwóch miesięcy od momentu klasyfikacji, w terminie wyznaczonym przez nauczyciela, poza czasem lekcyjnym).
- W przypadku uczniów ze stwierdzonymi dysfunkcjami nauczyciel uwzględnia zalecenia poradni.

#### **C. Warunki poprawiania ocen bieżących:**

- Uzyskaną ze sprawdzianu **ocenę można poprawić tylko raz**, w terminie ustalonym przez nauczyciela. Ocena z poprawy jest oceną ostateczną, wpisaną obok oceny pierwotnej.
- Uczeń przyłapany na ściąganiu na sprawdzianie traci prawo do poprawy w formie pisemnej.

### **IV. ZASADY OBOWIĄZUJĄCE PODCZAS NAUCZANIA ZDALNEGO.**

1. Nauczyciel traktuje każdego ucznia indywidualnie, uwzględniając jego warunki lokalowe i techniczne. Uczeń ma możliwość wykazania się wiedzą i umiejętnościami za pomocą środków i form ustalonych wspólnie z nauczycielem.
2. Uczeń ma obowiązek uczestniczyć we wszystkich zajęciach, wykonywać zadania domowe i uczestniczyć we wszystkich formach sprawdzania wiedzy i umiejętności ustalonych przez nauczyciela.
3. Wymagania dotyczące otrzymania ocen bieżących, śródrocznych i rocznych są identyczne jak podczas nauczania stacjonarnego.