

Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania przez uczniów klas 2 z programem nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym.

Program rozszerzony, podręcznik „Fizyka. Zakres rozszerzony” cz.2 M. Fiałkowska, B. Sagnowska, J. Salach, wydawnictwo WSiP S.A., nr dopuszczenia 975/2/2020

Podział wymagań na poszczególne oceny szkolne:

ocena dopuszczająca –wymagania konieczne

ocena dostateczna – wymagania podstawowe

ocena dobra – wymagania rozszerzone ocena bardzo dobra

celująca – wymagania dopełniające

UWAGA: W opracowanych poniżej wymaganiach zrezygnowano (poza kilkoma szczególnymi przypadkami) z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, gdyż musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą wymagamy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, w których należy sformułować i przeanalizować problem oraz skorzystać z dodatkowych źródeł wiedzy.

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej (Iloczyn wektorowy dwóch wektorów, Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły, Równowaga bryły sztywnej, Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, Energia kinetyczna bryły sztywnej, Moment pędu, Zasada zachowania momentu pędu, Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu, obrotowego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 wprawienia bryły w ruch obrotowy, • na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły 	<ul style="list-style-type: none"> • podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego • posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe • obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątowną 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 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienne • wyprowadzić i objaśnić związku 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 $\sum m_i r_i^2$ 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 wielokrążka • obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kątownego bryły sztywnej

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie, Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ 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

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
Pole grawitacyjne i elementy astronomii				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Pole grawitacyjne i elementy astronomii (prawo grawitacji, natężenie, potencjał, energia potencjalna, superpozycja natężeń, prędkości kosmiczne, przeciążenie, nieważkość, prawa Keplera, ciężar ciała, Jednostki odległości stosowane w astronomii, Układ Słoneczny i nasza Galaktyka, Prawo Hubble'a i teoria Wielkiego Wybuchu)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 i drugą prędkość kosmiczną i podać ich wartości 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: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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, 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • swobodnie 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

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego • zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 wniosek • 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 • opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka • podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego • opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej • 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>, • 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

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<p>przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać przybliżony wiek Wszechświata, wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk” 	<p>podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać treść prawa Hubble’a, zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego • zdefiniować parsek, • odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety • obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki • obliczyć wiek Wszechświata, • opisać ewolucję Wszechświata, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których występuje stan nieważkości, • wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji) • przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego • zamieniać jednostki odległości używane w astronomii, • wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia • przygotować prezentację na temat czarnych dziur • wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni
Ruch drgający harmoniczny				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Ruch harmoniczny (drżania) i fale mechaniczne (Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych, prawo Hooke'a, Matematyczny opis ruchu harmonicznego, Badanie wydłużenia sprężyn, Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny, Wahadło matematyczne. Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości • pisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego, • zapisać wzór na okres drgań harmoniczných 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 • zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego • opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne • opisać cechy modelu, jakim jest wahadło sprężynowe 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych • 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 • wyjaśnić znaczenie pojęć: drżania swobodne i częstotliwość drgań własnych 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych • 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”

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości.</p> <p>Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, rezonans drgania tłumione i wymuszone zjawiska falowe, dźwięk, efekt Dopplera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego, zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę 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 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego i sprężynowego zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań 	<ul style="list-style-type: none"> podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
Zjawiska termodynamiczne				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Zjawiska termodynamiczne (Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał, Ciepło właściwe i ciepło molowe, gaz doskonały, przemiany stanu gazu doskonałego, przejścia fazowe, transport energii, zasady termodynamiki, silniki ciepłe, zasady termodynamiki w przemianach gazowych, Rozszerzalność temperaturowa ciał. Para nasycona i nienasycona)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 szczególnie 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> • podać treść zasad termodynamiki • 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 definicję 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: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i>, • podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciała 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 	<p>zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma i stopni swobody,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej 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

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, • wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, • opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych • podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, • wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, • opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych • 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, 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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,

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Pole elektrostatyczne				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Pole elektrostatyczne (prawo Coulomba, prawo Gaussa, ruch cząstki w polu, praca w polu elektrycznym, budowa atomu, potencjał i pojemność elektryczna, kondensatory, kondensator z dielektrykiem, łączenie kondensatorów)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne, • wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich • opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne, • wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie • opisać doświadczenie z klatką Faradaya, • opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi • stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, • zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał • podać definicję natężenia pola elektrostatycznego, • przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika, • graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne • zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku, • opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach • wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu 	<ul style="list-style-type: none"> • podać wartość liczbową ładunku elementarnego, • wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku • wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie • sporządzić wykres $E(r)$ dla naelektryzowanego przewodnika kulistego • opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym • wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym, 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący • opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól, • wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba, • wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, • wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy • opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować, • nazwać stały dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę • opisać budowę kondensatora płaskiego, • wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego, • podać definicję potencjału pola elektrostatycznego, • wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie • zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny • wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora • wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punkтового źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła • wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową • podać definicję kondensatora • dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności • wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykresy zależności $E_p(r)$ dla ładunków jedno- i różnoimiennych, • sporządzić i objaśnić wykresy zależności $V(r)$ dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego, • stosować zasadę superpozycji dla potencjałów, • wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego • opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika • wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi • przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić cechy dielektryka, • wymienić kilka różnych dielektryków, • opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność • stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię • na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza • na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, • zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora • podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: • $\vec{v}_0 = \vec{v}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, <p>gdzie \vec{v}_0 to prędkość początkowa cząstki</p>	<ul style="list-style-type: none"> • za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka • przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego

