

WYMAGANIA EDUKACYJNE – FIZYKA ZAKRES ROZSZERZONY – KLASA 2

Dodatkowo do każdego tematu:

- rozwiązywanie typowych zadań (ocena dobra).

- rozwiązywanie nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, w których należy sformułować i przeanalizować problem oraz skorzystać z dodatkowych źródeł wiedzy (ocena bardzo dobra i celująca).

Ocena **CELUJĄCA**- uczeń sprostą wymaganiom na ocenę bardzo dobrą i wykorzystuje podstawowe prawa fizyki do wyjaśniania skomplikowanych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Samodzielnie rozwija swoje zainteresowania fizyką, osiąga sukcesy w konkursach i olimpiadach.

Ocena DOPUSZCZAJĄCA Uczeń potrafi:	Ocena DOSTATECZNA Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Ocena DOBRA Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Ocena BARDZO DOBRA Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi
Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej			
<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 • wymienić przykłady maszyn 	<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 • podać warunki równowagi bryły sztywnej, • podać sposoby praktycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • 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- 	<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

<p>prostych i opisać zasadę działania jednej z nich</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>wykorzystania maszyn prostych</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 	<p>wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej</p> <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 • 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
<p>Pole grawitacyjne</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 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: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i> • 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 	<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 • 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 	<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, • 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 	<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 • 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 • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania
---	--	--	---

<p>przy jego oddalaniu się do nieskończoności</p> <ul style="list-style-type: none"> • sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej <p>podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</p>	<ul style="list-style-type: none"> • podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi <p>opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</p>	<p>wzoru na drugą prędkość kosmiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których występuje stan nieważkości, wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)
---	---	---	--

Elementy astronomii

<ul style="list-style-type: none"> • wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego • zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny • przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej • podać przybliżony wiek Wszechświata, wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk” 	<ul style="list-style-type: none"> • podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego • opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej • podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie • 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 • 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"> • 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

<ul style="list-style-type: none"> • 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 przekształcić 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 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić 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 $x(t)$, $\dot{x}(t)$ 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 <p>wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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, \dot{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, 	<ul style="list-style-type: none"> • 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, \dot{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”
---	--	--	---

<p>harmoniczny</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne <p>zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego</p>		<ul style="list-style-type: none"> • wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego <p>wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych</p>	
Zjawiska termodynamiczne			
<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 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 	<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 • wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciała ciepła, 	<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 i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma i 	<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 • udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość

<ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Co nazywamy bezwzględny, a co względnym przyrostem objętości?</i>, • 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"> • 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 ciepłych • wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii • podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania, 	<p>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 • 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 	<p>bezwzględną pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem $p(V)$ dla tej przemiany</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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,
---	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 pręcie
--	---	--	--

Pole elektrostatyczne

<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 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, • zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał • podać definicję natężenia pola elektrostatycznego, • przeprowadzić doświadczenie 	<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 	<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
--	--	---	--

<p>pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 	<p>ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 	<p>punkcie</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, • zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punktowego 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 	<p>elektrostatyczne wytworzone przez dipol</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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
--	--	---	---

<p>przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę kondensatora płaskiego, • wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, • zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora <p>podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym</p>	<p>okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci • opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = 0, \vec{v}_0 \parallel \vec{E}, \vec{v}_0 \perp \vec{E}$, gdzie \vec{v}_0 to prędkość początkowa cząstki 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi • za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka • przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii • przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego
--	---	---	--