

Wymagania edukacyjne z fizyki klasa II zakres rozszerzony od roku szkolnego 2024/2025

Wymagania na ocenę dopuszczającą Uczeń potrafi:	Wymagania na ocenę dostateczną Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania na ocenę dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny bardzo dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny celującą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 6. 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 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienny, - 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 - na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot, - podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i 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 $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i 	<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 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 $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ - 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>- 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>	<p>moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu</p> <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. 	<p>wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	
---	---	---	--

Dział 7. Pole grawitacyjne

<p>- przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>- sformułować i objaśnić prawa Keplera</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 wniosek, - uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne, 	<p>- wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 $r \geq R$, 	<p>- przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, 	<p>- zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
--	---	---	--	---

<p>od kształtu toru, po którym porusza się ciało,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 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 otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola - 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 wzoru na drugą prędkość kosmiczną - podać warunki, w których występuje stan nieważkości, - wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji) 	
--	--	--	---	--

Dział 8. 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, - wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni. 	
---	---	--	---	--

Dział 9. 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 	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne, - wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, 	<ul style="list-style-type: none"> - podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych, - podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, - wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost 	<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}, \ddot{x} i F_x przy dowolnej fazie początkowej, 	
---	---	---	---	--

<p>siły zewnętrznej działającej na sprężynę,</p> <ul style="list-style-type: none"> - opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego, - zapisać wzór na okres drgań harmoniczných 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 harmoniczny, - opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne, zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego 	<ul style="list-style-type: none"> - 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, - wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu. 	<p>proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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, - wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, - wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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”
---	---	---	---

Dział 10. 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, 	<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, 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> - wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki, - przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążącej 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 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję, - objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w przecie
--	--	---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> - 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: <i>Co nazywamy bezwzględny, a co względny 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"> - 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 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"> gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego, - wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny, - sporządzić 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, 	<ul style="list-style-type: none"> poprzez stałą Boltzmana 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 bezwzględną 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, - wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie, - przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, - wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu,
---	--	---	---

	<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"> - 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"> - 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 	
--	--	--	--	--

Dział 11. 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 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, 	<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. 	<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 	<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 zeru, - 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,
--	---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> - 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 stałą dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę, - 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 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, - 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, - podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym 	<p>wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym,</p> <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, - opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}, \vec{v}_0 \parallel \vec{E}, \vec{v}_0 \perp \vec{E}, \text{ gdzie}$ <p>\vec{v}_0 to prędkość początkowa cząstki</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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, - 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
---	---	---	--

