

OPIS ZAŁOŻONYCH OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ (PLAN WYNIKOWY)

W tabeli opisujemy przewidywane osiągnięcia uczniów w ramach zakresu rozszerzonego w odniesieniu do poszczególnych treści kształcenia. Podzieliliśmy je na dwie grupy: konieczne i podstawowe oraz rozszerzające i dopełniające – z uwzględnieniem indywidualnych możliwości uczniów. Treści kształcenia zostały uzupełnione odpowiednimi numerami wymagań szczegółowych podstawy programowej.

KLASA 2

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 6. Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej			
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów (I.5)	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów 	<ul style="list-style-type: none"> • podać cechy (wartość, kierunek, zwrot) wektora, który jest wynikiem mnożenia wektorowego, • wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemiennej, • zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej (I.1) (III.2)	<ul style="list-style-type: none"> • omówić przykłady ruchu obrotowego bryły sztywnej oraz ruchu złożonego, • wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy, • posługiwać się pojęciami: szybkość kątowa średnia i chwilowa, prędkość kątowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, • stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, • opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony, • zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego, • wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej (I.1) (III.4–5)	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, • posługiwać się pojęciem momentu bezwładności 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję momentu bezwładności bryły, • obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii, • obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii, • stosować twierdzenie Steinera
4–6	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły (I.1, I.5) (III.3–4)	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej, • posługiwać się pojęciem momentu siły, • podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować moment siły, • obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot, • znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę
7–8	Równowaga bryły sztywnej (I.5) (III.3)	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić przykłady maszyn prostych i podać sposoby ich praktycznego wykorzystania, • sformułować warunek równowagi dźwigni 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloków i kołowrotu, • sformułować i zapisać wzorami warunki równowagi bryły sztywnej

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
9–10	Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności (I.10–16) (III.8b)	<ul style="list-style-type: none"> aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, sformułować wnioski 	<ul style="list-style-type: none"> zaplanować sposób wykonania doświadczenia i zapisania wyników, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych
11–13	Moment pędu (I.1) (III.6) Zasada zachowania momentu pędu (III.7) Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu (I.10–12) (III.8a)	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem momentu pędu, podać i objaśnić treść zasady zachowania momentu pędu, za pomocą odpowiedniego zestawu doświadczalnego zademonstrować zasadę zachowania momentu pędu 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować moment pędu, obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii, zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego, sprawdzić doświadczalnie słuszność zasady zachowania momentu pędu
14	Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego (II.13, II.15) (III.4, III.7)	<ul style="list-style-type: none"> z pomocą nauczyciela przypisać niektórym wielkościom służącym do opisu ruchu postępowego wielkości służące do opisu ruchu obrotowego 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego
15–17	Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie (I.19) (III.4–5)	<ul style="list-style-type: none"> opisać toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół osi symetrii, podać warunek toczenia się bryły bez poślizgu: prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jest równa zero 	<ul style="list-style-type: none"> opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły sztywnej, znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół osi symetrii
18–20	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 7. Pole grawitacyjne			
1	O odkryciach Kopernika i Keplera (I.18) (IV.3, IV.5–6)	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić założenia teorii heliocentrycznej, sformułować i objaśnić treść praw Keplera, opisać ruchy planet Układu Słonecznego 	<ul style="list-style-type: none"> zastosować trzecie prawo Keplera do ruchu planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała, interpretować drugie prawo Keplera jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu, przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
2	Prawo powszechnej grawitacji (IV.1, IV.3, IV.5)	<ul style="list-style-type: none"> sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji, na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N 	<ul style="list-style-type: none"> podać sens fizyczny stałej grawitacji, wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości, przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona
3	Pierwsza prędkość kosmiczna (IV.4)	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi, wskazać siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny” 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową, wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej
4–5	Natężenie pola grawitacyjnego (I.6, I.18) (IV.2)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola, przedstawić graficznie pole grawitacyjne jednorodne i centralne, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?</i>, wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne, obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego 	<ul style="list-style-type: none"> poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, sporządzić wykres zależności $\gamma(r)$ dla $r \geq R$, wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości
6–7	Praca w polu grawitacyjnym (I.6) (IV.7)	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym, podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym, przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym
8–10	Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym (I.6) (IV.7)	<ul style="list-style-type: none"> odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> <i>Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym?</i>, <i>Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi?</i>, zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym 	<ul style="list-style-type: none"> poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej, wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”, poprawnie sporządzić i interpretować wykres zależności $E_p(r)$, wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej
11	Druga prędkość kosmiczna (I.18) (IV.7)	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
12–13	Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia (I.19) (IV.8)	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości, • opisać (w układzie inercjalnym i nieinercjalnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę, • wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercjalnych, • wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności
14–17	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 8. Elementy astronomii			
1	Układ Słoneczny (I.18) (IV.9)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać Układ Słoneczny, • obliczać wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie, • porównywać okresy obiegu planet na podstawie ich średnich odległości od Słońca 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać właściwości ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego, • wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchylen tego ruchu od wcześniej przewidywanego mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich, • podać przykłady takich odkryć
2–3	Jednostki odległości stosowane w astronomii (I.1, I.3, I.4, I.10) (IV.9)	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny, • stosować te jednostki do obliczania odległości między ciałami niebieskimi 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej, • zdefiniować parsek, • wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia
4	Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie (IV.9)	<ul style="list-style-type: none"> • podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki
5–6	Prawo Hubble'a i teoria Wielkiego Wybuchu (I.17–20) (IV.10)	<ul style="list-style-type: none"> • podać treść prawa Hubble'a, • wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”, • podać przybliżony wiek Wszechświata, • opisać ewolucję Wszechświata 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć wiek Wszechświata • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni
7	Sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 9. Ruch drgający harmoniczny			
1	Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych (I.19) (V.1)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnicę między odkształceniami sprężystymi i niesprężystymi, • wymienić stany skupienia, w których nie występuje sprężystość postaci 	<ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie rozciąganej sprężyny wyjaśnić prostą proporcjonalność $x \sim F_s$, • wyjaśnić przyczynę występowania sprężystości postaci ciał stałych
2–3	Ruch drgający harmoniczny. Badanie wydłużenia sprężyny (I.10–16, I.20) (V.1–2)	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, • wymienić i objaśnić pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, • podać cechy ruchu harmonicznego, • zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi, • podać sens fizyczny współczynnika sprężystości dla sprężyny, • zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których ruch drgający jest ruchem harmonicznym, • uzasadnić, że ruch drgający harmoniczny jest ruchem niejednostajnie zmiennym, • wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę
4–6	Matematyczny opis ruchu harmonicznego (V.3–5) Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny (V.8c)	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić i omówić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$, • podać i objaśnić wzór na okres drgań harmonicznych 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe, • wyjaśnić pojęcie fazy początkowej, zapisać związki $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$ i $F_x(t)$ z użyciem tego pojęcia, • wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym, • zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny
7	Energia w ruchu harmonicznym (V.6)	<ul style="list-style-type: none"> • omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny 	<ul style="list-style-type: none"> • podać wzory na energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą ciała drgającego, • sporządzić wykresy zależności: $E_p(t)$, $E_k(t)$, $E_c(t)$, $E_p(x)$ i $E_k(x)$, • wyprowadzić wzory na energię potencjalną sprężystości i energię kinetyczną ciała drgającego, • udowodnić, że całkowita energia mechaniczna ciała wykonującego ruch harmoniczny jest stała

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
8–10	Wahadło matematyczne (V.5) Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy. Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego (I.10–16) (V.8a,b,e)	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję wahadła matematycznego, • zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, • zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła, • wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, • wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym, • zaplanować i wykonać doświadczenie sprawdzające zależność okresu drgań wahadła od jego długości
11	Drgania wymuszone i rezonansowe (V.7) Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego (I.10–12) (V.8d)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu mechanicznego, • zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorem i objaśnić pojęcie częstotliwości drgań własnych, • wyjaśnić powstawanie drgań wymuszonych
12	Sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 10. Zjawiska termodynamiczne			
1	Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki (VI.4) Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał (VI.19b)	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice i przypisać każdej odpowiedni symbol, • wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia, • wyjaśnić pojęcie stanu równowagi termodynamicznej 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać wielkości, których będziemy używać w termodynamice, • podać zależności między tymi wielkościami, • wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki, • doświadczalnie zbadać proces wyrównywania temperatury ciał, • stosować bilans cieplny do opisu procesu wyrównywania temperatury ciał
2	Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym (VI.10)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego, • wyjaśnić z punktu widzenia teorii wywieranie przez gaz ciśnienia na ścianki naczynia, • wymienić czynniki wpływające na ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej), • wyrazić wzór na ciśnienie gazu przez różne wielkości fizyczne (liczbę moli, masę pojedynczej cząsteczki, gęstość gazu itp.)

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
3	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona (VI.11, VI.13)	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego, • zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona w postaci $pV = nRT$ 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać równanie Clapeyrona w postaci $pV = NkT$, • zdefiniować stałą Boltzmanna, • wyrazić średnią energię kinetyczną ruchu postępowego cząsteczki gazu doskonałego przez jego temperaturę T i stałą Boltzmanna
4–6	Szczególne przemiany gazu doskonałego: – przemiana izotermiczna – przemiana izochoryczna – przemiana izobaryczna (VI.12)	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić i opisać przemiany szczególne gazu doskonałego, • sformułować prawa dla przemian szczególnych, • przeliczyć temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na kelwiny i odwrotnie 	<ul style="list-style-type: none"> • otrzymać z równania Clapeyrona prawa rządzące szczególnymi przemianami gazu doskonałego, • sporządzać i interpretować wykresy $p(V)$, $V(T)$ i $p(T)$, • każdą przemianę szczególną przedstawić w różnych układach współrzędnych, • interpretować prawa gazów z punktu widzenia teorii kinetyczno-molekularnej
7	Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody (VI.3, VI.10–11)	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować energię wewnętrzną ciała i gazu doskonałego, • korzystać z informacji, że energia wewnętrzna danej masy danego gazu doskonałego zależy jedynie od jego temperatury, a zmiana energii wewnętrznej jest związana jedynie ze zmianą temperatury 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego jako funkcję zmiany jego temperatury, • posługiwać się pojęciem stopni swobody cząsteczek gazu, • wyrazić wzór na całkowitą średnią energię kinetyczną cząsteczki (wszystkich rodzajów ruchu) przez liczbę stopni swobody cząsteczek gazów jedno-, dwu- i wieloatomowych
8	Pierwsza zasada termodynamiki (VI.2–3)	<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciem ciepła i przekazu ciepła, • korzystać z informacji, że pierwsza zasada termodynamiki jest zasadą zachowania energii układu, • obliczać pracę objętościową na podstawie wykresu $p(V)$ w prostych przypadkach 	<ul style="list-style-type: none"> • wypowiedzieć i objaśnić pierwszą zasadę termodynamiki, • objaśnić stwierdzenie, że praca jest funkcją procesu
9–10	Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki (VI.9)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać przemianę adiabatyczną, • zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej, izobarycznej i adiabatycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretować przemiany gazowe (w tym także adiabatyczną) z punktu widzenia pierwszej zasady termodynamiki, • wyjaśnić różnice między adiabatą i izotermą,
11	Ciepło właściwe i ciepło molowe (VI.5, VI.8, VI.14)	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżniać i definiować pojęcia ciepła właściwego i ciepła molowego, • posługiwać się pojęciami ciepła molowego gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości oraz podać ich różnicę 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związek między C_p i C_v w postaci $C_p - C_v = R$
12	Energia wewnętrzna jako funkcja stanu (VI.3, VI.14)	<ul style="list-style-type: none"> • korzystać z informacji, że zmiana energii wewnętrznej podczas przejścia gazu między dwoma stanami nie zależy od procesu (tak jak praca i ciepło), tylko od stanu początkowego i końcowego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić znaczenie stwierdzenia, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu gazu (ciała), • zapisać ogólny wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu, słuszny w każdym procesie, • posługiwać się związkiem między C_p i C_v a liczbą stopni swobody dla gazów o cząsteczkach jedno-, dwu- i trójatomowych

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
13–15	Silniki ciepłe. Odwrotny cykl Carnota (I.19–20) (VI.7, VI.15–17)	<ul style="list-style-type: none"> opisać zasadę działania silnika ciepłego, wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota, posługiwać się pojęciem sprawności silnika ciepłego, korzystać z informacji, że tylko część ciepła pobranego ze źródła może być zamieniona na pracę, omówić wartość energetyczną żywności i paliw 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykres $p(V)$ dla cyklu Carnota i go interpretować, zdefiniować sprawność silnika ciepłego, obliczać sprawność różnych cykli, sformułować drugą zasadę termodynamiki
16	Fluktuacje. Wzmianka o entropii (VI.17–18)	<ul style="list-style-type: none"> podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii, wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii 	<ul style="list-style-type: none"> podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki, wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie, posługiwać się pojęciem entropii układu i zmiany entropii, objaśnić fakt, że fluktuacje w sposób istotny ograniczają czułość przyrządów pomiarowych
17–20	Przejścia fazowe (VI.4–6) Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu (I.10–12) (VI.19c)	<ul style="list-style-type: none"> opisać procesy: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, odróżniać wrzenie od parowania, zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować ciepła przemian fazowych, sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy, opisywać przemiany energii w przemianach fazowych, posługiwać się bilansem cieplnym, wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu
21	Para nasycona i para nienasycona (VI.4, VI.8)	<ul style="list-style-type: none"> analizować wpływ zewnętrznego ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy, posługiwać się pojęciami pary nasyconej i pary nienasyconej 	<ul style="list-style-type: none"> korzystać z informacji, że ciśnienie pary nasyconej można zwiększyć jedynie przez wzrost temperatury, korzystać z informacji, że pary nienasycone w przybliżeniu stosują się do praw gazowych, wyjaśnić, dlaczego ciśnienie pary nasyconej ze wzrostem temperatury wzrasta bardziej gwałtownie niż ciśnienie pary nienasyconej
22	Rozszerzalność temperaturowa ciał (VI.1, VI.8) Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych (I.10–12) (VI.19a)	<ul style="list-style-type: none"> omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał, obliczać zmiany objętości odpowiadające zmianom temperatury, omówić szczególne własności wody 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować współczynnik rozszerzalności liniowej ciał stałych oraz objętościowej ciał stałych i cieczy, zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał, podać (ewentualnie wyprowadzić) związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego
23–25	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 11. Pole elektrostatyczne			
1-2	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku (VII.1-2)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że ciało jest naelektryzowane, • opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych, • zapisać i objaśnić prawo Coulomba, • wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku, • opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą zachowania ładunku 	<ul style="list-style-type: none"> • podać wartość ładunku elementarnego, • objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka
3-4	Natężenie pola elektrostatycznego. Zasada superpozycji natężeń pól (I.6-7) (VII.3-5) Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego (I.10-12) (VII.13a)	<ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny natężenia pola elektrostatycznego w danym punkcie, • przedstawić graficznie (za pomocą linii pola) pole centralne i jednorodne, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola centralnego w danym punkcie?</i>, • skorzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez wybrane układy ładunków 	<ul style="list-style-type: none"> • wypowiedzieć definicję natężenia pola, • skorzystać z definicji i podać jednostkę natężenia pola w SI, • obliczać natężenie pola wytworzonego przez ładunek punktowy, • obliczać natężenie pola wytworzonego przez wybrane układy ładunków, • przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektrostatyczne wokół przewodnika oraz linie pola centralnego i jednorodnego, • sporządzać wykres $E(r)$ dla pola wytworzonego przez ładunek punktowy
5	Naelektryzowany przewodnik. Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika (VII.6)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya, • przedstawić graficznie pole wytworzone przez naelektryzowaną metalową kulkę, • opisać jakościowo rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik o dowolnym kształcie 	<ul style="list-style-type: none"> • zaproponować doświadczalny sposób sprawdzenia rozkładu ładunku wewnątrz i na zewnątrz naładowanego przewodnika, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że linie pola elektrostatycznego są w każdym punkcie prostopadłe do powierzchni naładowanego przewodnika
6	Przewodnik w polu elektrostatycznym (VII.6)	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić graficznie pole elektrostatyczne wytworzone przez naelektryzowaną kulkę, do której zbliżono metalowy przedmiot 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić fakt, że wewnątrz przewodnika znajdującego się w zewnętrznym polu elektrostatycznym natężenie pola jest równe zero
7-10	Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego. Praca w polu elektrostatycznym (VII.8-9)	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać je z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, • zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną ładunku w elektrostatycznym polu centralnym, • korzystać z ogólnego wzoru na pracę w polu elektrostatycznym ($W = qU$) do opisu zjawisk i ich zastosowań 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję potencjału pola elektrostatycznego w danym punkcie, • wykorzystać analogie między opisem pola grawitacyjnego i elektrostatycznego do zapisania wzorami wielkości opisujących pole elektrostatyczne i pracę przy przemieszczaniu ładunku w tym polu, • wykorzystać definicję potencjału do wyprowadzenia ogólnego wzoru na pracę w polu elektrostatycznym

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
11	Pojemność elektryczna ciała przewodzącego (I.1) (VII.11)	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy pojemność przewodnika?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić znaczenie współczynnika ϵ_0, wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową
12–13	Kondensator. Pojemność kondensatora płaskiego (I.1) (VII.10–11)	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić pojęcie kondensatora, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić związek natężenia pola z napięciem między okładkami kondensatora płaskiego
14	Dielektryk w polu elektrostatycznym (I.10–12) (VII.12)	<ul style="list-style-type: none"> wymienić kilka różnych dielektryków, opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora, zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny, wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka
15	Energia naładowanego kondensatora Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa) (VII.11, VII.13b)	<ul style="list-style-type: none"> stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię, objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora 	<ul style="list-style-type: none"> zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora, wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci
16	Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym (VII.7)	<ul style="list-style-type: none"> analizować jakościowo ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrostatycznym w przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$ 	<ul style="list-style-type: none"> analizować ilościowo ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrostatycznym w przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, opisać budowę i działanie lampy oscyloskopowej i akceleratora liniowego, podać przykłady zastosowania lampy oscyloskopowej i akceleratora liniowego
17–18	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

OPIS ZAŁOŻONYCH OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ (PLAN WYNIKOWY)

W tabeli opisujemy przewidywane osiągnięcia uczniów w ramach zakresu rozszerzonego w odniesieniu do poszczególnych treści kształcenia. Podzieliliśmy je na dwie grupy: konieczne i podstawowe oraz rozszerzone i dopełniające – z uwzględnieniem indywidualnych możliwości uczniów. Treści kształcenia zostały uzupełnione odpowiednimi numerami wymagań szczegółowych podstawy programowej.

KLASA 1

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 1. Opis ruchu postępowego			
1	Elementy działań na wektorach (I.5)	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, • wykonywać podstawowe działania na wektorach 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych, • rozwiązywać zadania dotyczące działań na wektorach
2–5	Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch (I.5) (II.2–4)	<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciami: droga, położenie, przemieszczenie, szybkość średnia i chwilowa, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, • objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym, • zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić fakt, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili, • wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej, • skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym, • wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, • przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych
6	Ruch jednostajny prostoliniowy (I.6–8) (II.3–6)	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać równanie wektorowe w postaci równania skalarnego dla ruchu wzdłuż obranej osi x, • obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym, • sporządzać wykresy i odczytywać z wykresów wartości poznanych wielkości fizycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, • sporządzać i interpretować wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych
7–12	Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia. Przykłady opisu ruchów zmiennych (I.7, I.9–16) (II.3–6)	<ul style="list-style-type: none"> • obliczać drogę i szybkość chwilową w ruchach jednostajnie zmiennych, • porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchach jednostajnie zmiennych po linii prostej, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisać wyniki w tabeli i sformułować wniosek z doświadczenia, • rozwiązywać proste zadania dotyczące obliczania wielkości fizycznych opisujących ruchy jednostajne i zmienne 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej w różnych układach odniesienia, • sporządzać wykresy tych zależności, • przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych na podstawie wyników doświadczenia, • rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnych i zmiennych

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
13–14	Względność ruchu (I.17, I.18, I.20) (II.1, II.7, II.19)	<ul style="list-style-type: none"> • podać związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami w układach inercjalnych, • podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, • posługiwać się tymi związkami, • rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w tych samych kierunkach 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami ciała w układach inercjalnych, • przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności, • przedstawić odkrycia Galileusza i wyjaśnić, dlaczego nazwano go „ojcem fizyki doświadczalnej”, • rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w dowolnych kierunkach
15–18	Opis ruchu w dwóch wymiarach (I.5) (II.7–9)	<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się związkami szybkości liniowej z okresem ruchu i częstotliwością, szybkości liniowej z szybkością kątową oraz miarą łukową kąta, • w celu obliczenia wskazanej wielkości fizycznej podać i przekształcić wzory na wartość przyspieszenia dośrodkowego oraz wysokość i zasięg rzutu poziomego 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązywać zadania dotyczące ruchu po okręgu i rzutu poziomego, • przedstawić przykłady praktycznego wykorzystania omówionych rodzajów ruchu, • opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu, • rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu, • rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego
19–22	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu			
1–3	Zasady dynamiki Newtona (I.5, I.17, I.20) (II.12–13)	<ul style="list-style-type: none"> • rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał, • znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało, • wypowiedzieć i poprzeć przykładami treść zasad dynamiki, • przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych, • stosować zasady dynamiki do opisu ruchu ciał 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu, • w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych, • rozwiązywać zadania i problemy o podwyższonym stopniu trudności
4–7	Siła a zmiana pędu ciała. Zasada zachowania pędu dla układu ciał (I.1, I.18) (II.14–15) (III.1)	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu wraz z jednostką, • interpretować drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu ciała a popędem siły, • wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki, • opisać pojęcie układu ciał i środka masy układu, • obliczyć współrzędne położenia środka masy układu dwóch ciał, • zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał, • rozwiązywać proste zadania 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie analizy związku $\Delta m\vec{v} = \vec{F}\Delta t$ sformułować zasadę zachowania pędu, • stosować zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał, • uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła, • podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
8–9	Tarcie (II.17, II.23) Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego (I.9–16) (II.26d)	<ul style="list-style-type: none"> rozróżnić sytuacje, w których występuje tarcie statyczne lub kinetyczne, zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, omówić rolę tarcia na wybranych przykładach, sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał, opisać ruch ciała z tarcieniem po równi pochyłej, aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisywać wyniki pomiarów w tabeli, wykonywać obliczenia i sformułować wnioski z doświadczenia 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, oraz zadania o podwyższonym stopniu trudności, podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10–12	Siły w ruchu po okręgu (II.10, II.11) Badanie ruchu jednostajnego po okręgu (I.9–16) (II.26c)	<ul style="list-style-type: none"> wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością, podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze, podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej, aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisywać wyniki pomiarów w tabeli i wykonywać obliczenia, sformułować wnioski z doświadczenia 	<ul style="list-style-type: none"> analizować przykłady występowania ruchu po okręgu w przyrodzie i życiu codziennym, rozwiązywać zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna, podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
13–15	Opis ruchu w układach nieinercjalnych (I.10–12, I.19) (II.18, II.26a)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić różnicę między układami inercjalnymi i nieinercjalnymi, zademonstrować działanie siły bezwładności, wyjaśnić, w jakim przypadku do opisu ruchu ciała wprowadzamy siłę bezwładności, podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić 	<ul style="list-style-type: none"> na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności podczas stosowania zasad dynamiki w układach nieinercjalnych, rozwiązywać problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym
16–19	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna			
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności 	<ul style="list-style-type: none"> korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem przy rozwiązywaniu zadań
2–3	Praca i moc (I.1, I.7) (II.20, II.22)	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzory na pracę stałej siły, moc średnią i chwilową, podać jednostki pracy i mocy oraz ich pochodne, przekształcać wzory i wykonywać obliczenia 	<ul style="list-style-type: none"> obliczać pracę siły zmiennej z wykresu $F(x)$ i pracę wykonaną przez urządzenie o zmiennej mocy z wykresu $P(t)$, rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
4-7	Rodzaje energii mechanicznej. Zasada zachowania energii mechanicznej (I.19-20) (II.20)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał, • podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone przez ich zmiany, • obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru $E_p = mgh$, • obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru $E_k = \frac{mv^2}{2}$, • wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona, • podać przykłady sytuacji, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej, • rozwiązywać zadania wymagające zastosowania zasady zachowania energii mechanicznej, • rozwiązywać zadania wymagające wykorzystania związku zmian energii z wykonaną pracą
8-9	Zderzenia ciał (I.19) (II.16) Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczenie masy jednego z nich (I.9-16) (II.26b)	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych, • zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, • wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia, • sformułować wnioski z doświadczenia 	<ul style="list-style-type: none"> • przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej, • podać cele i opisać sposób wykonania doświadczenia, • przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10	Sprawność urządzeń mechanicznych (I.19) (II.21)	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić definicję sprawności urządzenia i podać przykłady, • stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności urządzenia i układu urządzeń, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
11-14	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne			
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala (I.18) (II.24)	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, • wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, • wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, • omówić zastosowania prawa Pascala 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, • sformułować i objaśnić prawo Pascala, • prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych pochodzącą z różnych źródeł
2	Prawo naczyń połączonych (II.24)	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, • podać przykłady zastosowania naczyń połączonych, • za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązywać zadania z zastosowaniem prawa równowagi cieczy w naczyniach połączonych

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
3–4	Prawo Archimedesesa. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał (I.2, I.18–19) (II.25)	<ul style="list-style-type: none"> sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa, podać przykłady zastosowania prawa Archimedesesa, na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa, rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa, wyznaczyć gęstość ciała różnymi metodami, skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki
6–8	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 5. Niepewności pomiarowe			
1	Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich (I.3–4, I.13–16)	<ul style="list-style-type: none"> wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, wymienić przykłady pomiarów pośrednich, wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, rozdzielić błędy przypadkowe i systematyczne, zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, obliczyć średnią arytmetyczną pomiarów i oszacować jej niepewność, oszacować niepewność względną i procentową 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru, wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
2–3	Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów (I.3, I.9, I.15)	<ul style="list-style-type: none"> oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w prostych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia okresu obiegu ciała poruszającego się po okręgu na podstawie pomiaru czasu trwania 10 pełnych obiegów), zastosować wzór na oszacowanie niepewności względnej iloczynu lub ilorazu dwóch wielkości fizycznych 	<ul style="list-style-type: none"> oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w trudniejszych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia wartości siły dośrodkowej działającej na ciało poruszające się po okręgu z $v = \text{const}$ na podstawie pomiaru: masy ciała, promienia okręgu i okresu obiegu), przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z ich niepewnościami, dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie