

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)		• podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów	• podać cechy (wartość, kierunek, zwrot) wektora, który jest wynikiem mnożenia wektorowego, • wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne, • zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej (II.1) (III.2)		• omówić przykłady ruchu obrotowego bryły sztywnej oraz ruchu złożonego, • wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy, • posługiwać się pojęciami: szybkość kątaowa średnia i chwilowa, prędkość kątaowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątaowe średnie i chwilowe, • stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątaowej	• zdefiniować: szybkość kątaową średnią i chwilową, prędkość kątaową średnią i chwilową, przyspieszenie kątaowe średnie i chwilowe, • opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony, • zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątaowego, • wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątaowego
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej (II.1) (III.4–5)		• zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, • posługiwać się pojęciem momentu bezwładności	• 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 (II.1, I.5) (III.3–4)		• podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej, • posługiwać się pojęciem momentu siły, • podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego	• 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 (II.5) (III.3)		• wymienić przykłady maszyn prostych i podać sposoby ich praktycznego wykorzystania, • sformułować warunek równowagi dźwigni	• opisać zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloków i kołowrotu, • sformułować i zapisać warunki równowagi bryły sztywnej

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

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 (II.10–16) (III.8b)	- aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, - sformułować wnioski	- zaplanować sposób wykonania doświadczenia i zapisania wyników, - przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych
11–13	Moment pędu (II.1) (III.6) Zasada zachowania momentu pędu (III.7) Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu (II.10–12) (III.8a)	- posługiwać się pojęciem momentu pędu, - podać i objaśnić treść zasady zachowania momentu pędu, - za pomocą odpowiedniego zestawu doświadczalnego zademonstrować zasadę zachowania momentu pędu	- 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)	z pomocą nauczyciela przypisać niektórym wielkościom służącym do opisu ruchu postępowego wielkości służące do opisu ruchu obrotowego	przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego
15–17	Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie (II.19) (III.4–5)	- 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	- 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 (II.18) (IV.3, IV.5–6)	- przedstawić założenia teorii heliocentrycznej, - sformułować i objaśnić treść praw Keplera, - opisać ruchy planet Układu Słonecznego	- 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)	- 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	- 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)	- zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi, - wskazać siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, - objaśnić pojęcie „satelita geostacyjny”	- 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)	- 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	- poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, - sporządzić wykres zależności $\gamma(r)$ dla $r \geq R$, - wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego we wnętrzu jednorodnej kuli o danej gęstości
6–7	Praca w polu grawitacyjnym (I.6) (IV.7)	- wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym, - podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym	- 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)	- odpowiedzieć na pytania: <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	- 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 zinterpretować wykres zależności $E_p(r)$, - wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej
11	Druga prędkość kosmiczna (I.18) (IV.7)	- objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, - obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi	- 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.19) (IV.8)	• podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości	• zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości, • opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) 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 nieinercyjnych, • 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)	• opisać Układ Słoneczny, • obliczać wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie, • porównywać okresy obiegu planet na podstawie ich średnich odległości od Słońca	• 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)	• zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny, • stosować te jednostki do obliczania odległości między ciałami niebieskimi	• 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)	• podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie	• 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)	• podać treść prawa Hubble'a, • wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”, • podać przybliżony wiek Wszechświata, • opisać ewolucję Wszechświata	• 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)	- wyjaśnić różnicę między odkształceniami sprężystymi i niesprężystymi, - wymienić stany skupienia, w których nie występuje sprężystość postaci	- 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)	- 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	- 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)	- sporządzić i omówić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$, - podać i objaśnić wzór na okres drgań harmonicznym	- 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)	omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny	- podać wzory na energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą ciała drgającego, - sporządzić wykresy zależności: $E_p(t)$, $E_k(t)$, $E_d(t)$, $E_p(x)$ 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–I.6) (V.8a,b,e)	• podać definicję wahadła matematycznego, • zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, • zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań	• 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–I.2) (V.8d)	• wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu mechanicznego, • zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego	• 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)	• 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	• opisać wielkości, których będziemy używać w termodynamice, • podać zależności między tymi wielkościami, • wyprowadzić i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki, • doświadczalnie zbadać proces wyrównywania temperatury ciał, • stosować bilans ciepły do opisu procesu wyrównywania temperatury ciał
2	Ciepłota w naczyniu zamkniętym (VI.10)	• 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	• 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)	- zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego, - zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona w postaci $pV = nRT$	- zapisać równanie Clapeyrona w postaci $pV = NkT$, - zdefiniować stałą Boltzmann, - wyrazić średnią energię kinetyczną ruchu postępowego cząsteczki gazu doskonałego przez jego temperaturę T i stałą Boltzmann
4–6	Szczególne przemiany gazu doskonałego: – przemiana izotermiczna – przemiana izochoryczna – przemiana izobaryczna (VI.12)	- wymienić i opisać przemiany szczególne gazu doskonałego, - sformułować prawa dla przemian szczególnych, - przeliczyć temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na kelwiny i odwrotnie	- otrzymać z równania Clapeyrona prawa rządzące szczególnymi przemianami gazu doskonałego, - sporządzić 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)	- 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	- 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)	- 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	- 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)	- opisać przemianę adiabatyczną, - zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej, izobarycznej i adiabatycznej	- 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)	- 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	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)	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	- 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 cieplne. Odwracalny cykl Carnota (I19–20) (VI7, VII5–17)	- opisać zasadę działania silnika cieplnego, - wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota, - posługiwać się pojęciem sprawności silnika cieplnego, - korzystać z informacji, że tylko część ciepła pobranego ze źródła może być zamieniona na pracę, - omówić wartość energetyczną żywności i paliw	- sporządzić wykres $p(V)$ dla cyklu Carnota i go interpretować, - zdefiniować sprawność silnika cieplnego, - obliczać sprawność różnych cykli, - sformułować drugą zasadę termodynamiki
16	Fluktuacje. Wzmianka o entropii (VI17–18)	- podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii, - wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii	- podać i objaśnić warunek stosowności 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 (VI4–6) Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu (I10–12) (VI19c)	- opisać procesy: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, - odróżniać wrzenie od parowania, - zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej	- zdefiniować ciepła przemian fazowych, - sporządzić 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 (VI4, VI8)	- analizować wpływ zewnętrznego ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy, - posługiwać się pojęciami pary nasyconej i pary nienasyconej	- 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 (VI1, VI8) Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych (I10–12) (VI19a)	- omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał, - obliczać zmiany objętości odpowiadające zmianom temperatury, - omówić szczególne własności wody	- 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)	• 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	• 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)	• 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	• 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)	• wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya, • przedstawić graficznie pole wytworzone przez naelektryzowaną metalową kulkę, • opisać jakościowo rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik o dowolnym kształcie	• 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)	• przedstawić graficznie pole elektrostatyczne wytworzone przez naelektryzowaną kulkę, do której zbliżono metalowy przedmiot	• 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)	• 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	• podać definicję potencjału pola elektrostatycznego w danym punkcie, • wykorzystywać analogie między opisem pola grawitacyjnego i elektrostatycznego do zapisania wzorami wielkości opisujących pole elektrostatyczne i pracę przy przemieszczaniu ładunku w tym polu, • wykorzystywać 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)	- zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności, - odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy pojemność przewodnika?</i>	- 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)	- objaśnić pojęcie kondensatora, - odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?</i>	wyprowadzić związek natężenia pola z napięciem między okładkami kondensatora płaskiego
14	Dielektryk w polu elektrostatycznym (I.10–12) (VII.12)	- 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	- 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)	- stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię, - objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora	- 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)	analizować jakościowo ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrostatycznym w przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$	- 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		