

Przedmiotowe zasady oceniania

KLASA 2 poziom rozszerzony

Ocena niedostateczna

- Uczeń nie spełnił wymagań koniecznych.
- Uczeń nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w podstawie programowej nauczania fizyki w danym okresie. Nie jest w stanie odtworzyć podanych wiadomości nawet z pomocą nauczyciela. Braki w umiejętnościach i wiadomościach uniemożliwiają mu dalszą skuteczną naukę.

Ocena dopuszczająca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i nie spełnił wymagań podstawowych.
- Uczeń ma braki w opanowaniu pewnych treści zawartych w podstawie programowej. Odtwarza wiedzę z pomocą nauczyciela. Deklaruje chęć dalszej nauki, jego umiejętności nie przekreślają szans na dalszą skuteczną naukę.

Ocena dostateczna

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i podstawowe.
- Uczeń ma podstawową wiedzę na temat omówionych treści zawartych w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą głównie na poziomie jakościowym, rozwiązuje bardzo proste, typowe przykłady rachunkowe i problemowe.

Ocena dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe i rozszerzone.
- Uczeń w znacznym stopniu opanował treści zawarte w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą na poziomie ilościowym. Posiadaną wiedzę potrafi zastosować do rozwiązywania przykładów rachunkowych oraz problemowych.

Ocena bardzo dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające.
- Uczeń w pełni opanował treści zapisane w podstawie programowej, wykazuje się swobodą w operowaniu posiadaną wiedzą i umiejętnościami. Rozwiązuje nietypowe zadania rachunkowe i problemowe.

Ocena celująca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające, a także wykazuje się wiedzą i umiejętnościami pozwalającymi rozwiązywać trudne zadania rachunkowe.
- Uczeń wykorzystuje podstawowe prawa fizyki do wyjaśniania skomplikowanych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Samodzielnie rozwija swoje zainteresowania fizyką, osiąga sukcesy w konkursach i olimpiadach.

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|--|--|---|
| Dział 6. Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej | | | | |
| 1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów | <ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów, • podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych | <ul style="list-style-type: none"> • podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienne | <ul style="list-style-type: none"> • pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach |
| 2. Ruch obrotowy bryły sztywnej | <ul style="list-style-type: none"> • wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna, • podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej | <ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe | <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i objaśnić związku między wielkościami opisującymi ruch obrotowy | <ul style="list-style-type: none"> • precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego |
| 3. Energia kinetyczna bryły sztywnej | <ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy, • podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu | <ul style="list-style-type: none"> • obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątowną i moment bezwładności względem osi symetrii | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • stosować definicję momentu bezwładności $\sum m_i r_i^2$ i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył |
| 4–6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły | <ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprowadzenia bryły w ruch obrotowy, • na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły | <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot, • podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych | <ul style="list-style-type: none"> • formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego, • podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych | <ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły, • wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|--|--|---|---|---|
| 7–8. Równowaga bryły sztywnej | <ul style="list-style-type: none"> wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich | <ul style="list-style-type: none"> podać warunki równowagi bryły sztywnej, podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić zasadę działania wielokrążka |
| 9–10. Badanie ruchu ciała o różnych momentach bezwładności | <ul style="list-style-type: none"> aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły | <ul style="list-style-type: none"> aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły | <ul style="list-style-type: none"> zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły | <ul style="list-style-type: none"> obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej |
| 11–12. Moment pędu | <ul style="list-style-type: none"> 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"> napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu, podać kierunek i zwrot momentu pędu | <ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły, zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu | <ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ |
| 13. Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu | <ul style="list-style-type: none"> obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu | <ul style="list-style-type: none"> obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu | <ul style="list-style-type: none"> za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu | <ul style="list-style-type: none"> obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|---|--|---|--|
| 14. Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego | <ul style="list-style-type: none"> większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego | <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 | <ul style="list-style-type: none"> wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań | <ul style="list-style-type: none"> wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności |
| 15–17. Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie | <ul style="list-style-type: none"> opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii | <ul style="list-style-type: none"> podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu, zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu | <ul style="list-style-type: none"> obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły | <ul style="list-style-type: none"> opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana |
| Dział 7. Pole grawitacyjne | | | | |
| 1. O odkryciach Kopernika i Keplera | <ul style="list-style-type: none"> przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego | <ul style="list-style-type: none"> sformułować i objaśnić prawa Keplera | <ul style="list-style-type: none"> wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce, korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań | <ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii |
| 2. Prawo powszechnej grawitacji | <ul style="list-style-type: none"> zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji, wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci | <ul style="list-style-type: none"> objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji | <ul style="list-style-type: none"> wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie m umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety | <ul style="list-style-type: none"> przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|------------------------------------|--|--|---|---|
| 3. Pierwsza prędkość kosmiczna | <ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości, • objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny” | <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej, • obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie | <ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych |
| 4–5. Natężenie pola grawitacyjnego | <ul style="list-style-type: none"> • przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie, • zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i> | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego, • podać definicję natężenia pola grawitacyjnego | <ul style="list-style-type: none"> • 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 $r \geq R$ | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| 6–7. Praca w polu grawitacyjnym | <ul style="list-style-type: none"> • objaśnić znaczenie wielkości fizycznych występujących we wzorze na pracę siły zewnętrznej, równoważącej siłę grawitacji, przy przemieszczaniu ciała w centralnym polu grawitacyjnym i wywnioskować, że nie zależy ona od kształtu toru, po którym porusza się ciało | <ul style="list-style-type: none"> • przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość h po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek | <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 | <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostował wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|--|--|---|
| 8–9. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym | <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 | <ul style="list-style-type: none"> uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne, sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu R | <ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| 10. *Potencjał pola grawitacyjnego | | | | <ul style="list-style-type: none"> zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>, narysować wykres $V(r)$ dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego, zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów |
| 11. Druga prędkość kosmiczna | <ul style="list-style-type: none"> sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej | <ul style="list-style-type: none"> podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi | <ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej | <ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|---|---|---|
| 12–13. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia | <ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości | <ul style="list-style-type: none"> • opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości | <ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których występuje stan nieważkości, • wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji) |
| Dział 8. Elementy astronomii | | | | |
| 1. Układ Słoneczny | <ul style="list-style-type: none"> • wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego | <ul style="list-style-type: none"> • podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego | <ul style="list-style-type: none"> • szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego | <ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego |
| 2–3. Jednostki odległości stosowane w astronomii | <ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny | <ul style="list-style-type: none"> • opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej | <ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować parsek, • odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety | <ul style="list-style-type: none"> • zamieniać jednostki odległości używane w astronomii, • wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia |
| 4. Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie | <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej | <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 | <ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat czarnych dziur |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|---|---|--|---|
| 5–6. Prawo Hubble’a i teoria Wielkiego Wybuchu | <ul style="list-style-type: none"> • podać przybliżony wiek Wszechświata, • wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk” | <ul style="list-style-type: none"> • podać treść prawa Hubble’a, • zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne | <ul style="list-style-type: none"> • obliczyć wiek Wszechświata, • opisać ewolucję Wszechświata, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika | <ul style="list-style-type: none"> • wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni |
| Dział 9. Ruch drgający harmoniczny | | | | |
| 1. Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych | <ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości | <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne | <ul style="list-style-type: none"> • podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych | <ul style="list-style-type: none"> • objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych |
| 2–3. Ruch drgający harmoniczny. Badanie wydłużenia sprężyny | <ul style="list-style-type: none"> • wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego, • zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę | <ul style="list-style-type: none"> • wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, • zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi | <ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, • wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę | <ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|--|--|---|---|---|
| <p>4–6. Matematyczny opis ruchu harmonicznego. Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny</p> | <ul style="list-style-type: none"> • opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego, • zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny | <ul style="list-style-type: none"> • 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 $a_x(t)$ | <ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzory na współrzędne x, \dot{x}, \ddot{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 | <ul style="list-style-type: none"> • 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, • wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym |
| <p>7. Energia w ruchu harmonicznym</p> | <ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny, • omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny | <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu $F_x(x)$ wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości | <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu | <ul style="list-style-type: none"> • sporządzać wykresy zależności $E_p(x)$, $E_k(x)$ oraz $E_p(t)$ i $E_k(t)$, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|---|---|---|
| 8–10. Wahadło matematyczne. Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy. Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego | <ul style="list-style-type: none"> opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne | <ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie |
| 11. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego | <ul style="list-style-type: none"> zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa” |
| Dział 10. Zjawiska termodynamiczne | | | | |
| 1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał | <ul style="list-style-type: none"> wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej” | <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 | <ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|---|--|---|---|
| 2. Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym | <ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu | <ul style="list-style-type: none"> wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały | <ul style="list-style-type: none"> zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości | <ul style="list-style-type: none"> przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążących ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości |
| 3. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona | <ul style="list-style-type: none"> objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina, zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego | <ul style="list-style-type: none"> uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów, zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu, zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona | <ul style="list-style-type: none"> przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego | <ul style="list-style-type: none"> obliczyć stałą gazową R i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona, wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanna i temperaturę w skali bezwzględnej |
| 4–6. Szczególne przemiany gazu doskonałego | <ul style="list-style-type: none"> wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie | <ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle'a, Charles'a i Gay-Lussaca | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny, sporządzać wykresy zależności $p(V)$ przy stałej temperaturze gazu, $p(T)$ przy stałej objętości gazu i $V(T)$ przy stałym ciśnieniu | <ul style="list-style-type: none"> skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle'a, prawo Charles'a i prawo Gay-Lussaca |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|--|---|--|
| 7. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody | <ul style="list-style-type: none"> wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu, wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała” | <ul style="list-style-type: none"> uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody |
| 8. Pierwsza zasada termodynamiki | <ul style="list-style-type: none"> wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczenie ciała ciepła, wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki Q i W w różnych procesach | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem $p(V)$ dla tej przemiany |
| 9–10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki | <ul style="list-style-type: none"> opisać przemianę adiabatyczną gazu | <ul style="list-style-type: none"> zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków | <ul style="list-style-type: none"> zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki W i Q dla różnych przypadków | <ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykresy zależności $p(V)$ dla przemian izotermicznej i adiabatycznej, wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|--|--|---|
| 11. Ciepło właściwe i ciepło molowe | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym | <ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe | <ul style="list-style-type: none"> • zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem | <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem |
| 12. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu | | <ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu i wywnioskować na tej podstawie, że zmiana energii wewnętrznej w dowolnej przemianie gazu doskonałego zachodzącej między stanami A i B jest równa zmianie energii wewnętrznej dla przemiany izochorycznej zachodzącej między tymi stanami | <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki |
| 13–15. Silniki cieplne. Odwrotny cykl Carnota | <ul style="list-style-type: none"> • stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego, • opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosurowego | <ul style="list-style-type: none"> • podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, • wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, • opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych | <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 | <ul style="list-style-type: none"> • opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne, • sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota, • zdefiniować skuteczność chłodzenia |
| 16. Fluktuacje. Wzmianka o entropii | <ul style="list-style-type: none"> • podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii | <ul style="list-style-type: none"> • 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 ogólnej sformułowania drugiej zasady termodynamiki | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|--|--|--|
| 17–20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu | <ul style="list-style-type: none"> • podać fazy, w których może występować ta sama substancja, • opisać zjawiska topnienia i parowania | <ul style="list-style-type: none"> • podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania, • wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego, • zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej | <ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła | <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, • wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu |
| 21. Para nasycona i para nienasycona | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona | <ul style="list-style-type: none"> • wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała, • podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej | <ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe, • podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym | <ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt, • wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny” |
| 22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych | <ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i>, • podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, • podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał | <ul style="list-style-type: none"> • 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"> • porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów, • opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|--|---|---|---|---|
| 23. *Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję | | | | <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 pręcie |
| Dział 11. Pole elektrostatyczne | | | | |
| 1–2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych | <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 | <ul style="list-style-type: none"> • objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, • zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał | <ul style="list-style-type: none"> • podać wartość liczbową ładunku elementarnego, • wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku | <ul style="list-style-type: none"> • wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący |
| 3–4. Natężenie pola elektrostatycznego. Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie | <ul style="list-style-type: none"> • opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól, • wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|--|---|--|---|
| 5. Naelektryzowany przewodnik | <ul style="list-style-type: none"> opisać doświadczenie z klatką Faradaya, opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi | <ul style="list-style-type: none"> zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku, opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach | <ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykres $E(r)$ dla naelektryzowanego przewodnika kulistego | <ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni |
| 6. Przewodnik w polu elektrostatycznym | <ul style="list-style-type: none"> stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu | <ul style="list-style-type: none"> opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym | <ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero |
| 7–10. Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego | <ul style="list-style-type: none"> zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba, wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy | <ul style="list-style-type: none"> wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego, podać definicję potencjału pola elektrostatycznego, wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie | <ul style="list-style-type: none"> wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym, zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punkowego źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła | <ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykresy zależności $E_p(r)$ dla ładunków jedno- i różnoimiennych, sporządzić i objaśnić wykresy zależności $V(r)$ dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego, stosować zasadę superpozycji dla potencjałów, wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|---|---|---|---|
| 11. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego | <ul style="list-style-type: none"> opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować, nazwać stałą dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę | <ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny | <ul style="list-style-type: none"> wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową | <ul style="list-style-type: none"> opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika |
| 12–13. Kondensator | <ul style="list-style-type: none"> opisać budowę kondensatora płaskiego, wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora | <ul style="list-style-type: none"> podać definicję kondensatora | <ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi |
| 14. Dielektryk w polu elektrostatycznym | <ul style="list-style-type: none"> wymienić cechy dielektryka, wymienić kilka różnych dielektryków, opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny | <ul style="list-style-type: none"> dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności | <ul style="list-style-type: none"> za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka |
| 15. Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa) | <ul style="list-style-type: none"> stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię | <ul style="list-style-type: none"> zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora | <ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci | <ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii |

| Temat według programu | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
|---|---|--|---|---|
| 16. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym | <ul style="list-style-type: none"> 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"> podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym | <ul style="list-style-type: none"> opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, gdzie \vec{v}_0 to prędkość początkowa cząstki | <ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego |