

# Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny

## Fizyka kl. II- poziom rozszerzony (WSIP)

---

### PROPOZYCJE DEFINICJI OCEN SEMESTRALNYCH I KOŃCOWOROCZNYCH

#### 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:
<b>Dział 6. Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej</b>				
1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów,</li> <li>• podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach</li> </ul>
2. Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna,</li> <li>• podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i objaśnić związki między wielkościami opisującymi ruch obrotowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego</li> </ul>
3. Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy,</li> <li>• podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątową i moment bezwładności względem osi symetrii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły,</li> <li>• zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły,</li> <li>• korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować definicję momentu bezwładności <math>\sum m_i r_i^2</math> i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył</li> </ul>

<p>4-6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprawienia bryły w ruch obrotowy,</li> <li>• na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot,</li> <li>• podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>• podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły,</li> <li>• wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły</li> </ul>
<p>7-8. Równowaga bryły sztywnej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki równowagi bryły sztywnej,</li> <li>• podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zasadę działania wielokrążka</li> </ul>
<p>9-10. Badanie ruchu ciała o różnych momentach bezwładności</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej</li> </ul>
<p>11-12. Moment pędu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zeru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu,</li> <li>• podać kierunek i zwrot momentu pędu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły,</li> <li>• zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci <math>\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}</math> i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci <math>\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}</math></li> </ul>

13. Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu</li> </ul>
14. Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
15-17. Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu,</li> <li>• zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu,</li> <li>• zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana</li> </ul>
<b>Dział 7. Pole grawitacyjne</b>				
1. O odkryciach Kopernika i Keplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawa Keplera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce,</li> <li>• korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii</li> </ul>

2. Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji,</li> <li>• wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie <math>m</math> umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona</li> </ul>
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości,</li> <li>• objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej,</li> <li>• obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych</li> </ul>
4-5. Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie,</li> <li>• zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego,</li> <li>• podać definicję natężenia pola grawitacyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie,</li> <li>• z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego,</li> <li>• sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla <math>r \geq R</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować zasadę superpozycji natężeń,</li> <li>• obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi,</li> <li>• wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie,</li> <li>• sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli</li> </ul>

6-7. Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość <math>h</math> po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym,</li> <li>• podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym</li> </ul>
8-9. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne,</li> <li>• sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu <math>R</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona,</li> <li>• podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe</li> </ul>
10. *Potencjał pola grawitacyjnego				<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>,</li> <li>• narysować wykres <math>V(r)</math> dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego,</li> <li>• zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów</li> </ul>

11. Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną</li> </ul>
12-13. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki, w których występuje stan nieważkości,</li> <li>• wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)</li> </ul>
<b>Dział 8. Elementy astronomii</b>				
1. Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego</li> </ul>
2-3. Jednostki odległości stosowane w astronomii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować parsek,</li> <li>• odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zamieniać jednostki odległości używane w astronomii,</li> <li>• wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia</li> </ul>
4. Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat czarnych dziur</li> </ul>

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



<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"> <li>• opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego,</li> <li>• zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcić go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu wzdłuż osi <math>x</math> zwróconej pionowo w górę,</li> <li>• sporządzić i zinterpretować wykresy zależności <math>x(t)</math>, <math>\dot{x}(t)</math> i <math>a_x(t)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzory na współrzędne <math>x</math>, <math>\dot{x}</math>, <math>\ddot{x}</math> i <math>F_x</math> w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia,</li> <li>• zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek dotyczący ruchu rzutu na oś <math>x</math> punktu poruszającego się po okręgu,</li> <li>• obliczać współrzędne <math>x</math>, <math>\dot{x}</math>, <math>\ddot{x}</math> i <math>F_x</math> przy dowolnej fazie początkowej,</li> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym</li> </ul>
<p>7. Energia w ruchu harmonicznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmonicznym,</li> <li>• omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmonicznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie wykresu <math>F_x(x)</math> wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmonicznym i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzać wykresy zależności <math>E_p(x)</math>, <math>E_k(x)</math> oraz <math>E_p(t)</math> i <math>E_k(t)</math>,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>

<p>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</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,</li> <li>• zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła,</li> <li>• wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,</li> <li>• samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie</li> </ul>
<p>11. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”</li> </ul>
<p><b>Dział 10. Zjawiska termodynamiczne</b></p>				
<p>1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol,</li> <li>• badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki</li> </ul>

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

<p>7. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu,</li> <li>wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”,</li> <li>wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma <math>i</math> stopni swobody,</li> <li>skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody</li> </ul>
<p>8. Pierwsza zasada termodynamiki</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciała ciepła,</li> <li>wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki <math>Q</math> i <math>W</math> w różnych procesach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu,</li> <li>przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem <math>p(V)</math> dla tej przemiany</li> </ul>
<p>9-10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać przemianę adiabatyczną gazu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki <math>W</math> i <math>Q</math> dla różnych przypadków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzić wykresy zależności <math>p(V)</math> dla przemian izotermicznej i adiabatycznej,</li> <li>wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat</li> </ul>
<p>11. Ciepło właściwe i ciepło molowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> </ul>

12. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki</li> </ul>
13-15. Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego,</li> <li>• opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy,</li> <li>• wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika,</li> <li>• opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego,</li> <li>• zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny,</li> <li>• sformułować drugą zasadę termodynamiki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne,</li> <li>• sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota,</li> <li>• zdefiniować skuteczność chłodzenia</li> </ul>
16. Fluktuacje. Wzmianka o entropii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie</li> </ul>

<p>17-20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać fazy, w których może występować ta sama substancja,</li> <li>• opisać zjawiska topnienia i parowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego,</li> <li>• zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania,</li> <li>• wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu</li> </ul>
<p>21. Para nasycona i para nienasycona</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała,</li> <li>• podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe,</li> <li>• podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”</li> </ul>
<p>22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i>,</li> <li>• podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej,</li> <li>• podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej,</li> <li>• zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów,</li> <li>• opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej,</li> <li>• obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych</li> </ul>

23. *Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję				<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję,</li> <li>• objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w pręcie</li> </ul>
<b>Dział 11. Pole elektrostatyczne</b>				
1-2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne,</li> <li>• wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej,</li> <li>• zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać wartość liczbową ładunku elementarnego,</li> <li>• wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący</li> </ul>
3-4. Natężenie pola elektrostatycznego. Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>• przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,</li> <li>• graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol</li> </ul>
5. Naelektryzowany przewodnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać doświadczenie z klatką Faradaya,</li> <li>• opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku,</li> <li>• opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres <math>E(r)</math> dla naelektryzowanego przewodnika kulistego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni</li> </ul>

6. Przewodnik w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero</li> </ul>
7-10. Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba,</li> <li>• 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,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego,</li> <li>• podać definicję potencjału pola elektrostatycznego,</li> <li>• wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym,</li> <li>• zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punktowego źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykresy zależności <math>E_p(r)</math> dla ładunków jedno- i różnoimiennych,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności <math>V(r)</math> dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego,</li> <li>• stosować zasadę superpozycji dla potencjałów,</li> <li>• wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego</li> </ul>
11. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować,</li> <li>• nazwać stały dla danego przewodnika iloraz <math>Q/V</math> i podać jego jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika</li> </ul>



12-13. Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać budowę kondensatora płaskiego,</li> <li>wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać definicję kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi</li> </ul>
14. Dielektryk w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić cechy dielektryka,</li> <li>wymienić kilka różnych dielektryków,</li> <li>opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi,</li> <li>zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka</li> </ul>
15. Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora,</li> <li>zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii</li> </ul>
16. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach:  <math>\vec{v}_0 = \vec{0}</math>, <math>\vec{v}_0 \parallel \vec{E}</math>, <math>\vec{v}_0 \perp \vec{E}</math>, gdzie <math>\vec{v}_0</math> to prędkość początkowa cząstki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego</li> </ul>

