

## WYMAGANIA EDUKACYJNE

Ogólne zasady oceniania zostały określone rozporządzeniem MEN (*Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 16 sierpnia 2017 r. w sprawie oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy w szkołach publicznych*).

Wymagania zamieszczone w propozycji przedmiotowego systemu oceniania są bardzo starannie skorelowane z podręcznikiem i zostały sformułowane zarówno w odniesieniu do treści ściśle wynikających z podstawy programowej (określonej w *Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia*), jak i do treści nieobowiązkowych, poszerzających i pogłębiających materiał nauczania. Te zagadnienia są przeznaczone do realizacji na podstawie decyzji nauczyciela, w miarę możliwości i oczekiwań uczniów.

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 1. Opis ruchu postępowego</b>				
1. Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wymienić cechy wektora,</li> <li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li> <li>• dodawać wektory,</li> <li>• odjąć wektor od wektora,</li> <li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystać w pełni wiedzę podręcznikową w zakresie działań na wektorach do rozwiązywania problemów,</li> <li>• rozwiązać wszystkie zadania z podręcznika dotyczące działań na wektorach,</li> <li>• wyszukać w różnych źródłach i zaprezentować problemy dotyczące działań na wektorach</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
2–3. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. I	<ul style="list-style-type: none"> <li>poprawnie posługiwać się pojęciami: droga, położenie, szybkość średnia i chwilowa, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa,</li> <li>narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>wykazać, że wektor przemieszczenia nie zależy od wyboru układu współrzędnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili,</li> <li>wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiadać się na temat wprowadzonych wielkości fizycznych precyzyjnym językiem fizyki,</li> <li>rozwiązać zadania z podręcznika i inne, o podwyższonym stopniu trudności, wskazane przez nauczyciela</li> </ul>
4–5. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. II	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia średniego,</li> <li>objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciami: przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych</li> </ul>
6. Ruch jednostajny prostoliniowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</li> <li>obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzać wykres zależności <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> dla ruchu jednostajnego,</li> <li>odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</li> <li>objaśnić różnicę między wykresem zależności drogi od czasu i współrzędnej położenia od czasu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>rozwiązywać typowe zadania dotyczące ruchu jednostajnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzać wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math> jako drogę w dowolnym ruchu</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
7–10. Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego,</li> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> <li>• obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>• sformułować wynik doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym po prostej,</li> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>\vec{v}</math> i <math>\vec{a}</math> mają zgodne, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty,</li> <li>• wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po prostej,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• rozwiązywać typowe zadania dotyczące składania ruchów,</li> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych,</li> <li>• samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>
11–12. Przykłady opisu ruchów zmiennych		<ul style="list-style-type: none"> <li>• powtórzyć przeprowadzone na lekcjach rozumowania związane z opisem ruchów zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nowe, typowe zadania dotyczące ruchów zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów zmiennych</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
13–14. Względność ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie układu odniesienia,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, jakie układy odniesienia traktujemy jako inercjalne,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie czasu absolutnego,</li> <li>• stosować prawa składania i rozkładania wektorów do składania ruchów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym,</li> <li>• podać związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych,</li> <li>• nazwać powyższe związki transformacją Galileusza i podać warunki jej stosowalności,</li> <li>• podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych,</li> <li>• zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić na przykładzie związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym,</li> <li>• wyprowadzić związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych,</li> <li>• przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności,</li> <li>• rozwiązywać trudniejsze problemy dotyczące składania ruchów</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
15–17. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. I	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać rzut poziomy jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</li> <li>objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przekształcać wzory na wysokość i zasięg rzutu poziomego w celu obliczania wskazanej wielkości fizycznej,</li> <li>posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>stosować miarę łukową kąta,</li> <li>zapisać związek między szybkością liniową i kątową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru,</li> <li>rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</li> <li>rozwiązywać problemy dotyczące ruchu niejednostajnego po okręgu</li> </ul>
*18. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. II			<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu,</li> <li>rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego</li> </ul>

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu</b>				
1–3. Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić rodzaje oddziaływań występujące w przyrodzie,</li> <li>podać jakościowe przykłady zastosowania zasad dynamiki Newtona,</li> <li>rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić stwierdzenia:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Siła jest miarą oddziaływania.</i></li> <li><i>O zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało.</i></li> </ul> </li> <li>w oddziaływaniach bezpośrednich wskazać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych,</li> <li>znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu,</li> <li>w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych,</li> <li>rozwiązywać typowe zadania wymagające stosowania zasad dynamiki, np. zamieszczone w podręczniku w <i>Przykładach zastosowań zasad dynamiki</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie wartości siły wypadkowej (stała, zmienna) i jej zwrotu w stosunku do prędkości ciała ocenić rodzaj ruchu wykonywanego przez ciało,</li> <li>swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat zasad dynamiki, używając precyzyjnego języka fizyki,</li> <li>rozwiązywać problemy o wysokim stopniu trudności</li> </ul>
4. Siła a zmiana pędu ciała	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Kiedy pęd ciała nie ulega zmianie?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie definicji przyspieszenia i drugiej zasady dynamiki wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładach znajdować zmianę pędu jako różnicę pędu końcowego i początkowego,</li> <li>analizować związek <math>\Delta m\vec{v} = \vec{F}\Delta t</math> i wyciągnąć wniosek w postaci zasady zachowania pędu ciała</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
5–7. Zasada zachowania pędu dla układu ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>odpowiedzieć na pytania:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Co nazywamy układem ciał?</li> <li>– Jak definiujemy pęd układu ciał?</li> <li>– W jakim punkcie go zaczepiamy?</li> <li>– Jaki warunek musi być spełniony, by pęd układu ciał nie zmienił się?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>wyznaczyć doświadczalnie położenie środka masy figury płaskiej,</li> <li>zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać uogólniony wzór na położenie środka masy <math>n</math> ciał i go objaśnić,</li> <li>graficznie znajdować pęd układu ciał,</li> <li>zastosować zasadę zachowania pędu w typowych zadaniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się precyzyjnym językiem fizyki i samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał,</li> <li>rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
8. Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>zapisać wzór na wartość siły tarcia, rozdzielić sytuacje, w których we wzorze występuje współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>omówić rolę tarcia na wybranych przykładach,</li> <li>sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać trudne zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia, z dostępnych zbiorów zadań</li> </ul>
9. Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać ruch ciała z tarciem po równi pochyłej,</li> <li>wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
10–11. Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać typowe zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna,</li> <li>samodzielnie rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
12. Badanie ruchu jednostajnego po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>
13–15. Opis ruchu w układach nieinercjalnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że układ odniesienia jest nieinercjalny,</li> <li>wykazać na przykładzie, że w układzie nieinercjalnym zasady dynamiki się nie stosują</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym,</li> <li>zademonstrować działanie siły bezwładności,</li> <li>podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać typowe zadania z dynamiki w układzie nieinercjalnym, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie rozwiązywać trudniejsze problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym</li> </ul>
<b>Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna</b>				
1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów		<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem</li> </ul>	

**AUTORZY:** Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
2–3. Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• napisać i objaśnić skalarny wzór na pracę stałej siły działającej pod stałym kątem do kierunku przemieszczenia,</li> <li>• podać jednostkę pracy 1 J i sposób jej wprowadzenia,</li> <li>• podać definicję mocy średniej i zapisać ją wzorem,</li> <li>• podać jednostkę mocy 1 W i sposób jej wprowadzenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać jednostki pochodne pracy i mocy oraz ich związki z jednostkami podstawowymi,</li> <li>• podać wzory na moc średnią i chwilową z użyciem prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> <li>• przekształcać wzory i wykonywać proste obliczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie konieczne do obliczenia pracy siły zmiennej,</li> <li>• obliczać pracę siły zmiennej na podstawie wykresu <math>F(x)</math>,</li> <li>• obliczać pracę wykonaną przez urządzenie, którego moc zmienia się z upływem czasu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące obliczania pracy i mocy o podwyższonym stopniu trudności, np. z wykorzystaniem zasad dynamiki</li> </ul>
4–5. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru <math>E_p = mgh</math>,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru <math>E_k = \frac{mv^2}{2}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał,</li> <li>• podać warunek, po spełnieniu którego układ może wykonać pracę,</li> <li>• podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone poprzez ich zmiany,</li> <li>• na podstawie definicji energii kinetycznej wyprowadzić wzór, za pomocą którego obliczamy tę energię</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, po czym poznajemy, że zmienia się energia potencjalna układu ciał, a po czym, że zmienia się energia kinetyczna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
6–7. Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zjawisk, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona,</li> <li>• przytoczyć samodzielnie opisane w podręczniku przykłady, w których wykorzystuje się zasadę zachowania energii mechanicznej w celu obliczenia pewnej wielkości fizycznej,</li> <li>• opisać sposób postępowania w przypadkach, gdy w rozważanym problemie energia mechaniczna nie jest zachowana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej,</li> <li>• rozwiązywać typowe zadania wymagające wykorzystania zasady zachowania energii lub związku zmian energii z wykonywaną pracą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej dla układu dwóch ciał,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że pewne siły są zachowawcze,</li> <li>• rozwiązywać nietypowe i trudne zadania, w których energia mechaniczna ulega zmianie</li> </ul>
8. Zderzenia ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych,</li> <li>• zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować zderzenie doskonale sprężyste centralne dwu kulek, poruszających się z prędkościami o jednakowych kierunkach i zwrotach, i obliczyć współrzędne prędkości obu kulek po zderzeniu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
9. Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczenie masy jednego z nich	<ul style="list-style-type: none"> <li>aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów,</li> <li>sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisywać wyniki w tabeli,</li> <li>wykonywać obliczenia szukanych wielkości z wykorzystaniem wzorów zamieszczonych w opisie doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować cele doświadczenia,</li> <li>wykonywać kolejne czynności wymienione w opisie doświadczenia,</li> <li>z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie przestudiować opis doświadczenia zamieszczony w podręczniku i precyzyjnie go przedstawić na lekcji,</li> <li>samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>
10. Sprawność urządzeń mechanicznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, o czym informuje nas wielkość fizyczna zwana sprawnością urządzenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić definicję sprawności urządzenia,</li> <li>stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające sposób obliczania sprawności równi pochyłej i bloku nieruchomego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności układu urządzeń,</li> <li>rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
<b>Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne</b>				
1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać definicję ciśnienia i jego jednostkę,</li> <li>wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami,</li> <li>wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne,</li> <li>omówić zastosowania prawa Pascala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny,</li> <li>sformułować i objaśnić prawo Pascala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Prawo naczyń połączonych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zastosowania naczyń połączonych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych,</li> <li>• za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań</li> </ul>	
3. Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przykłady zachowania się ciał (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimedesesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa,</li> <li>• na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie,</li> <li>• rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić prawo Archimedesesa na drodze rozumowania,</li> <li>• rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimedesesa</li> </ul>
4. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę,</li> <li>• opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczenia gęstości ciała stałego lub cieczy,</li> <li>• mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczenia gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimedesesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie opisać metodę wyznaczenia gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki</li> </ul>

**AUTORZY:** Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 5. Niepewności pomiarowe</b>				
1. Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych,</li> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych,</li> <li>wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste,</li> <li>wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik,</li> <li>obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność,</li> <li>oszacować niepewność względną i procentową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych,</li> <li>objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić potrzebę dobrania odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru,</li> <li>wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul>
2–3. Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie,</li> <li>swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki</li> </ul>

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 związku 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 kątowną 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
4–6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<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>
7–8. Równowaga bryły sztywnej	<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>
9–10. Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności	<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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
11–12. Moment pędu	<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 zero</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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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"> <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>

**Dział 7. Pole grawitacyjne**

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
8–9. 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. 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>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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
2–3. 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 wyjaśnić 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>
4–6. Matematyczny opis ruchu harmonicznego. Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny	<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 przekształcać 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>v_x(t)</math> i <math>a_x(t)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i wyjaśnić wzory na współrzędne <math>x</math>, <math>v_x</math>, <math>a_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>v_x</math>, <math>a_x</math> i <math>F_x</math> przy dowolnej fazie początkowej,</li> <li>wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 w ruchu harmonicznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny,</li> <li>• omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny</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 harmoniczny 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>
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"> <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>

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego	<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>
<b>Dział 10. Zjawiska termodynamiczne</b>				
1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał	<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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. 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 Boltzmanna 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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"> <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>
8. Pierwsza zasada termodynamiki	<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 dostarczenie 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
9–10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki	<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>
11. Ciepło właściwe i ciepło molowe	<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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
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>	
17–20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu	<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>

**AUTORZY:** Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
21. Para nasycona i para nienasycona	<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>
22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych	<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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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"> <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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
7–10. 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. 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>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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"> <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>
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:

### Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny,</li> <li>• posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami,</li> <li>• podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>• posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką,</li> <li>• podać treść I prawa Kirchhoffa,</li> <li>• stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• zademonstrować I prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,</li> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> <li>• skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym</li> </ul>
3–7. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik,</li> <li>• zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze,</li> <li>• podać jednostkę oporu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę,</li> <li>• wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową,</li> <li>• wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma,</li> <li>• narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,</li> <li>• opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór,</li> <li>• sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników,</li> <li>• zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności,</li> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności <math>I \sim U</math>,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu,</li> <li>• wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego,</li> <li>• wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
8–9. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>• objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej,</li> <li>• wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• połączyć szeregowo kilka oporników,</li> <li>• połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rozkład napięć i natężeń prądu w połączeniach szeregowym lub równoległym oporników,</li> <li>• wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany,</li> <li>• wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza</li> </ul>
10. Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika,</li> <li>• posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego</li> </ul>
11–12. Praca i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu,</li> <li>• odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule’a,</li> <li>• wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu,</li> <li>• opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
13–15. Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych,</li> <li>• zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie,</li> <li>• wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku,</li> <li>• zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa,</li> <li>• opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego,</li> <li>• podać sens fizyczny ilorazu <math>\frac{W}{\Delta q}</math>,</li> <li>• opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>• zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego</li> </ul>
16. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność <math>U(I)</math> dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła,</li> <li>• dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie <math>U(I)</math> oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
17–19. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz,</li> <li>stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych,</li> <li>obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa</li> </ul>
20. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach,</li> <li>rozdzielić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników,</li> <li>opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
21–22. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n,</li> <li>wyjaśnić ogólną zasadę działania diody.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać budowę i działanie złącza n-p,</li> <li>naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej,</li> <li>wyjaśnić zasadę działania tranzystora,</li> <li>podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła</li> </ul>
23. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać nośniki ładunku w cieczach i gazach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów,</li> <li>wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola,</li> <li>wyjaśnić zjawisko termoemisji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór,</li> <li>opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami,</li> <li>wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów,</li> <li>wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów,</li> <li>skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu</li> </ul>

**AUTORZY:** Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 13. Pole magnetyczne</b>				
1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych,</li> <li>udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych,</li> <li>określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe,</li> <li>opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych,</li> <li>opisać pole magnetyczne Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim</li> </ul>
3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonać doświadczenie Ørsteda,</li> <li>zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji,</li> <li>wymienić cechy siły elektrodynamicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Wektor indukcji magnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym,</li> <li>zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>podać jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) działa siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości,</li> <li>wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>stosować regułę lewej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem</li> </ul>
6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>,</li> <li>stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy,</li> <li>zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>podać przykłady zastosowania cyklotronu,</li> <li>omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omówić budowę i zasadę działania cyklotronu,</li> <li>opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt <math>\alpha</math>,</li> <li>przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym,</li> <li>omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	<ul style="list-style-type: none"> <li>naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy,</li> <li>stosować regułę prawej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar,</li> <li>podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy,</li> <li>stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem</li> </ul>
12. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		<ul style="list-style-type: none"> <li>zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem</li> </ul>
13. Silnik elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną,</li> <li>wymienić zastosowania silnika elektrycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać budowę modelu silnika elektrycznego,</li> <li>narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
14–15. Właściwości magnetyczne substancji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub paramagnetyka,</li> <li>• obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji,</li> <li>• rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,</li> <li>• omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy</li> </ul>
<b>Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna</b>				
1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę,</li> <li>• podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
4–5. Siła elektromotoryczna indukcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>sformułować prawo indukcji Faradaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość,</li> <li>obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na SEM indukcji,</li> <li>przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,</li> <li>sporządzać i interpretować wykresy <math>\Phi(t)</math>, <math>\mathcal{E}(t)</math> oraz <math>I(t)</math></li> </ul>
6–7. Reguła Lenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie,</li> <li>wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować regułę Lenza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,</li> <li>stosować regułę Lenza w prostych przykładach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach</li> </ul>
8–9. Zjawisko samoindukcji	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
10–13. Prąd zmienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,</li> <li>nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę,</li> <li>podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu,</li> <li>zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu,</li> <li>wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,</li> <li>zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego,</li> <li>zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\varepsilon(t)</math> oraz analizować ich przebieg,</li> <li>przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego,</li> <li>wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu <math>I(t)</math></li> </ul>
14–15. Transformator	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator,</li> <li>opisać budowę transformatora,</li> <li>rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>zdefiniować przekładnię transformatora,</li> <li>zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora,</li> <li>wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem,</li> <li>obliczać straty energii w linii przesyłowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,</li> <li>wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego</li> </ul>
16. Zastosowanie diody i tranzystora	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować diodę jako źródło światła,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołówkowego,</li> <li>narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 15. Optyka geometryczna</b>				
1. Zjawisko odbicia i załamania światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła,</li> <li>przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać promień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną,</li> <li>przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany,</li> <li>rozdzielić odbicie i rozpraszanie światła,</li> <li>wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości,</li> <li>wyjaśnić zasadę działania światła odbiaskowych,</li> <li>wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach,</li> <li>zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach,</li> <li>zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku,</li> <li>podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych,</li> <li>zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego,</li> <li>wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku,</li> <li>objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego</li> </ul>
2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka,</li> <li>wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego,</li> <li>wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów,</li> <li>przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Zwierciadła	<ul style="list-style-type: none"> <li>naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim,</li> <li>naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy,</li> <li>posługiwać się pojęciem powiększenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać definicję powiększenia,</li> <li>wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła,</li> <li>wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować,</li> <li>przedstawić zależność <math>y(x)</math> za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres</li> </ul>
7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy,</li> <li>opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki,</li> <li>podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować,</li> <li>opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną,</li> <li>przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów,</li> <li>• przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu,</li> <li>• zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazwać soczewki o różnych kształtach,</li> <li>• zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek,</li> <li>• wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki,</li> <li>• stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić równanie soczewki,</li> <li>• doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu,</li> <li>• wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować,</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>y(x)</math> dla soczewki skupiającej i go zinterpretować,</li> <li>• wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej</li> </ul>
13. Lupa i oko. Wady wzroku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność,</li> <li>• podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy,</li> <li>• podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku,</li> <li>• opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie</li> </ul>

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 16: Fale mechaniczne</b>				
1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy</li> </ul>
2. Wielkości charakteryzujące fale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,</li> <li>• używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (<math>W/m^2</math>),</li> <li>• podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,</li> <li>• wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego,</li> <li>• opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,</li> <li>• wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (<math>x</math>) i od czasu (<math>t</math>),</li> <li>zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej,</li> <li>zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,</li> <li>przeanalizować zależność <math>y(x)</math> dla ustalonej chwili i <math>y(t)</math> dla wybranej cząstki,</li> <li>sporządzać wykresy funkcji falowych</li> </ul>
5–6. Interferencja fal płaskich	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal,</li> <li>zaobserwować zjawisko interferencji fal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>naszkicować fale składowe o jednakowych <math>T</math> i <math>A</math> oraz falę wypadkową dla faz: <math>0, \pi</math> i <math>0 &lt; \varphi_0 &lt; \pi</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,</li> <li>zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne</li> </ul>
7–8. Fale stojące		<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,</li> <li>podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać warunki powstawania fali stojącej,</li> <li>zademonstrować falę stojącą,</li> <li>obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,</li> <li>• naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,</li> <li>• wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne,</li> <li>• podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować zasadę Huygensa,</li> <li>• sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,</li> <li>• wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,</li> <li>• wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali</li> </ul>
11–12. *Fale akustyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,</li> <li>• podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych,</li> <li>• podać cechy dźwięków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku,</li> <li>• obliczać poziomy natężen dźwięków o różnych natężeniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,</li> <li>• przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu</li> </ul>
13–14. Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać istotę zjawiska Dopplera,</li> <li>• przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora,</li> <li>• wskazać na schemacie zmianę długości fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,</li> <li>• podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 17. Niepewności pomiarowe</b>				
1–2. Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: grubo, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna),</li> <li>• objaśnić podstawowe pojęcia,</li> <li>• wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>• rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na niepewność względną,</li> <li>• wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności,</li> <li>• przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować niepewność względną,</li> <li>• objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów,</li> <li>• przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu),</li> <li>• obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy <math>S_{x\text{śr}} \ll \Delta x</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa,</li> <li>• opisać funkcję Gaussa,</li> <li>• omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności,</li> <li>• opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne,</li> <li>• posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji,</li> <li>• wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Niepewności pomiarów pośrednich	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich,</li> <li>posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio,</li> <li>zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,</li> <li>skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,</li> <li>uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego,</li> <li>przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,</li> <li>obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,</li> <li>stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową</li> </ul>
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 18. Dualna natura promieniowania i materii</b>				
1–3. Fale elektromagnetyczne	omówić widmo fal elektromagnetycznych, podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma	podać definicję fali elektromagnetycznej	omówić doświadczenie Hertza	przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna	wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga, wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga	obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie, na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu	wyjaśnić pojęcie spójności fal	

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
4–5. Dyfrakcja i interferencja światła	opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych, obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
6–7. Dyfrakcja światła na szczelinie	zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę	podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka	interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otworka – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych	analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, fuzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki
8–10. Polaryzacja światła	obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory, których osie polaryzacji tworzą różne kąty wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji	zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie, podać przykład naturalnego polaryzatora	opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie,	zapisać i objaśnić prawo Malusa, przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi, wyjaśnić zasadę działania kina 3D

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
11–14. Zjawisko fotoelektryczne	obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu, wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki	wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu, sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia $W$ , uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną, zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym	przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania, przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania, analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne, omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne	sporządzić wykres zależności natężenia / prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia $U$ między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach, sporządzać wykresy zależności $I(U)$ dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach, sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promienio-wania dla różnych metali, wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
15–17. Promieniowanie ciał. Widma	rozdzielić widmo ciągłe i widmo liniowe, wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym	opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury, opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała	sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka, wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, obliczyć różnice energii między poziomami energetycznymi w atomie wodoru	zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena, opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe)

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
18–20. Model Bohra budowy atomu wodoru	<p>wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane,</p> <p>opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa,</p> <p>wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru,</p> <p>wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu</p>	<p>sformułować i zapisać postulaty Bohra,</p> <p>obliczyć całkowitą energię atomu wodoru,</p> <p>wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana,</p> <p>skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe,</p> <p>opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne</p>	<p>wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</p> <p>wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</p> <p>interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła,</p> <p>rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu,</p> <p>stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy,</p> <p>opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu</p>	<p>wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć,</p> <p>wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru,</p> <p>opisać zasadę działania żarła słonecznego</p>

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
21–23. Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać właściwości promieni X,</li> <li>wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego</li> </ul>	opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym,</li> <li>wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\min}</math>, posługiwać się wzorem Bragga,</li> <li>interpretować zjawiska jonizacji i fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej</li> </ul>	omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego, przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego
24. Fale materii	wypowiedzieć hipotezę de Broglie'a i objaśnić wzór na długość fali materii, wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych	obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady	omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek	przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy)

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
<b>Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności</b>				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
1–3. Szybkość światła w różnych inercjalnych układach odniesieni	opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych, przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych, podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej, wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych	wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych	uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość $c$ wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności, podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych	podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego, objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych

**AUTORZY:** Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
4. Maksymalna szybkość przekazu informacji	przyczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć $c$ , wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć $c$ , dowodzi ograniczonej stosowalności mechaniki Newtona, wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego	opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>przyczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami,</li> <li>wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie</li> </ul>	podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości
5–6. Pęd relatywistyczny		podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego	sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym	wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu, wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Masa i energia w fizyce relatywistycznej	podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną, podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię $E = mc^2$ , zwaną energią spoczynkową, wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia	interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu, zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego, wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana	wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała, wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór $E_s = mc^2$ , wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika $mc^2$	przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny, podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową
9. Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek		zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki, zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą, wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek	wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera, opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, wykazać, że pęd fotonu ma wartość $p = \frac{h}{\lambda}$	wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości, wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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 20. Fizyka jądrowa</b>				
1. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości	opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości	opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego	przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie	opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego
2. Jądro atomowe i jego budowa	podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego	zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, opisać właściwości sił jądrowych	opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników	przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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. Rozpady promieniotwórcze	wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy	podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, podać ładunek i masę pozytonu, wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki	przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, wyjaśnić rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów, sformułować regułę Soddiego i Fajansa, podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma	wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich
4–5. Prawo rozpadu promieniotwórczego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego,</li> <li>• zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu,</li> <li>• przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu,</li> <li>• wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów</li> </ul>	wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu, zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny	zinterpretować wykres $N(t)$ zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, korzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu, objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu $^{14}\text{C}$	wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
6–7. Energia wiązania	wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii, wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, wyjaśnić pojęcie deficytu masy, podać wzór na energię wiązania jądra atomowego	wyprowadzić wzór na deficyt masy, znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy	zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych	obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek
8–9. Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja	wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi, wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, opisać zjawisko krecji par elektron–pozyton, opisać zjawisko anihilacji	poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku krecji, zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku krecji, zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu	wyjaśnić i opisać za pomocą równania krecję pary elektron–pozyton, przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku krecji, obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska krecji, opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu	podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce $\alpha$ , zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
10–11. Reakcje rozszczepienia	<p>wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji,</p> <p>opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia,</p> <p>wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia</p>	<p>na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych</p>	<p>zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów,</p> <p>wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetyczna, więc może stanowić źródło energii</p>	<p>stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia,</p> <p>obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji,</p> <p>uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał</p>
12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej	<p>wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową,</p> <p>wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane</p>	<p>uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej</p>	<p>opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej,</p> <p>opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej</p>	<p>przygotować się do dyskusji na temat: <i>Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych</i>; brać czynny udział w dyskusji</p>

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (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:
13. Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd	opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji, podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu, podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla	na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii, omówić schemat cyklu proton–proton, omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej, opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach	opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni, omówić schemat cyklu CNO, opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej	obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości, wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba
14. Promieniowanie jonizujące a organizmy	opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych, wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem	porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące, wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej	podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki	opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera, zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego