

Wymagania edukacyjne i Przedmiotowe zasady oceniania (kryteria oceniania) ZAKRES ROZSZERZONY

KLASA 1-4

Cele kształcenia:

1. Wykorzystywanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązywania zadań obliczeniowych.
2. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
3. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
4. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).

Zadania szkoły:

1. Rozbudzanie zainteresowania zjawiskami otaczającego świata
2. Kształtowanie ciekawości poznawczej przejawiającej się w formułowaniu pytań i szukaniu odpowiedzi z wykorzystaniem metodologii badawczej;
3. Wyrabianie nawyku poszerzania wiedzy, korzystania z materiałów Źródłowych i bezpiecznego eksperymentowania;
4. Posługiwanie się pojęciami i językiem charakterystycznym dla fizyki, odróżnianie znaczenia pojęć w języku potocznym od ich znaczenia w nauce;
5. Wykorzystywanie elementów metodologii badawczej do zdobywania i weryfikowania informacji;
6. Kształtowanie podstaw rozumowania naukowego obejmującego rozpoznawanie zagadnień naukowych, wyjaśnianie zjawisk fizycznych w sposób naukowy, interpretowanie oraz wykorzystywanie wyników i dowodów naukowych;
7. Krytyczna analiza hipotez i wskazywanie błędów logicznych hipotez pseudonaukowych.
8. Uświadamianie roli fizyki, jako naukowej podstawy współczesnej techniki i technologii, w tym również technologii informacyjno-komunikacyjnej;
9. Kształtowanie kompetencji kluczowych: wiedzy, umiejętności oraz postaw, jako stałych elementów rozwoju jednostki i społeczeństwa;
10. Wartościowanie znaczenia fizyki w procesie rozwoju gospodarczego i społecznego, a także codziennego życia.

Ocenianiu podlega:

1. wiedza
2. umiejętności (przekształcanie wzorów, synteza zjawisk, analiza wieloaspektowa)
3. umiejętności interdyscyplinarne (wykorzystanie nowoczesnych technologii w procesie uczenia się, interpretacja fizyczna wzorów matematycznych opisujących zjawiska, logika)
4. wskazywanie związków przyczynowo-skutkowych
5. analiza problemów w oparciu o znane zjawiska
6. aktywność na lekcji (np. udział w dyskusjach, samodzielność w rozwiązywaniu zadań i problemów, praca w grupie, wkład w pracę)

7. prezentacja przygotowanej samodzielnie pracy (np. praca domowa, prezentacja multimedialna, przygotowany materiał do nowej lekcji)

Cel oceniania:

1. Ocenianie ma na celu informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć, motywowanie do dalszej pracy, a także stanowi formę komunikacji z rodzicami/opiekunami. Każda ocena szkolna jest jawna i obiektywna.
2. Do oceny efektów pracy ucznia stosowane jest ocenianie w postaci komentarza ustnego lub pisemnego. Ma on być wskazówką do dalszej nauki i zdobycia lepszych wyników z przedmiotu.

Formy oceny:

1. Prace pisemne (sprawdziany, kartkówki, prace w grupach, opisy doświadczeń itd) będą sprawdzane niezwłocznie, w terminie do 10 dni roboczych od dnia wykonania zadania. Omówienie prac pisemnych odbywać się będzie najszybciej jak to możliwe.
2. Treść prac domowych i materiałów dodatkowych udostępniona będzie uczniom w ramach usługi Classroom.
3. Poniżej przedstawione są wszystkie możliwe formy sprawdzania osiągnięć ucznia, choć ze względu na specyfikę poszczególnych okresów nauki, nie muszą być wykorzystane przez nauczyciela
 - a) sprawdziany
 - obejmują zakres działu (lub jego części)
 - uczeń otrzymuje informacje o ich terminie i zakresie materiału, co najmniej z tygodniowym wyprzedzeniem
 - uczeń nieobecny na sprawdzianie ma obowiązek napisania go na kolejnej lekcji, w przypadku dłuższej nieobecności (spowodowanej np. chorobą) uczeń pisze sprawdzian w terminie ustalonym przez nauczyciela
 - uczeń ma obowiązek poprawienia oceny niedostatecznej ze sprawdzianu w ciągu dwóch tygodni od daty jej wystawienia, poprawa odbywa się po lekcjach
 - uczeń ma prawo do poprawienia pozytywnej oceny ze sprawdzianu na wyższą w terminie wyznaczonym przez nauczyciela, jednak nie później niż w ciągu dwóch tygodni od przekazania wyników,
 - praca niesamodzielna skutkować będzie natychmiastową oceną 0%.
 - b) kartkówki
 - nie muszą być zapowiadane i obejmują materiał z trzech ostatnich tematów lekcji
 - praca niesamodzielna skutkować będzie natychmiastową oceną niedostateczną
 - c) odpowiedzi ustne - obejmują materiał z trzech ostatnich tematów lekcji
 - d) aktywność i praca na lekcji

- e) zadania domowe - w przypadku niezgłoszenia braku pracy domowej uczeń otrzymuje ocenę niedostateczną
- f) praca w parach/grupach
- g) doświadczenia (przygotowanie, przeprowadzenie i wykonanie opisu)
- h) uczeń może otrzymać dodatkowe oceny za wykonane prace nadobowiązkowe
- i) nieprzygotowania

- każdemu uczniowi przysługują semestralnie trzy nieprzygotowania do zajęć (zgłaszane w trakcie sprawdzania listy lub w razie spóźnienia natychmiast po dołączeniu do zajęć) bez konsekwencji i wpływu na ocenę końcową

- instytucja nieprzygotowania nie ma zastosowania w przypadku zapowiedzianych prac pisemnych, doświadczeń i prac domowych o terminie dłuższym niż następna lekcja.

Informacje ogólne dotyczące nieobecności:

1. Wszystkie braki wynikające z krótkotrwałej (jedno- lub dwudniowej) nieobecności uczeń powinien uzupełnić przed lekcją następującą po powrocie do szkoły.
2. Wszystkie braki (wiadomości, umiejętności, informacje w zeszycie, prace domowe) wynikające z dłuższej usprawiedliwionej nieobecności w szkole (np. choroby) uczeń powinien uzupełnić w terminie do dwóch tygodni.
3. W przypadku materiału, którego opanowanie stwarza uczniowi wyraźne problemy, uczeń może skorzystać z zajęć konsultacyjnych po wcześniejszym ustaleniu terminu z nauczycielem.

System ocen

1. System oparty jest na informacji zwrotnej (opis lub słowne omówienie formy oceny).
2. Ocenę bieżącą ustala się w stopniach według skali procentowej (0%-100%).
3. Ocenę śródroczną, roczną i końcową ustala się według skali:
celujący – 6,
bardzo dobry – 5,
dobry – 4,
dostateczny – 3,
dopuszczający – 2,
niedostateczny – 1.
4. Dopuszcza się stosowanie przez nauczyciela następujących znaków graficznych: (+), (-) aktywność ucznia na lekcji.

Ocena semestralna/roczna/końcowa

1. Ocena Śródroczna/roczna jest ustalana na podstawie co najmniej 2 ocen cząstkowych, przy czym ocena ta nie jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych, a oparta jest poziomie umiejętności wynikających z ogólnych wymagań edukacyjnych (patrz niżej) z każdego omawianego obszaru podstawy programowej.
2. W szczególnych przypadkach ocena może być podwyższona w oparciu o inne kryteria takie, jak wkład pracy, relatywne postępy indywidualne, obiektywnie zdarzenia niezależne.
3. Laureaci i finaliści konkursu z fizyki o zasięgu wojewódzkim otrzymują roczną ocenę celującą.
4. O przewidywanej niedostatecznej ocenie Śródrocznej lub rocznej uczeń i jego rodzice (prawni opiekunowie) są informowani zgodnie procedurami opisanymi w dokumencie „Zasady wewnątrzszkolnego Oceniania”
5. Wobec uczniów posiadających orzeczenie lub opinię oraz uczniów objętych w szkole pomocą psychologiczno-pedagogiczną wymagania edukacyjne są dostosowane do indywidualnych potrzeb i możliwości ucznia.
6. Tryb uzyskania oceny wyższej niż przewidywana: uczeń zgłasza nauczycielowi chęć uzyskania oceny wyższej niż przewidywana drogą mailową w ciągu dwóch dni roboczych od momentu udostępnienia przez nauczyciela oceny w systemie Librus. Jeśli uczeń wykonał przewidziane przez nauczyciela obowiązkowe zadania w ciągu roku szkolnego (np. napisał wszystkie sprawdziany, wykonał opisy doświadczeń itp.), oceny bieżące poniżej 50% poprawiał oraz rozwiązał co najmniej 50% dodatkowych zestawów zadań, uczeń i nauczyciel analizują prace pisemne, przeprowadzają ewaluację osiągnięć zgodnie z wymaganiami edukacyjnymi (patrz niżej), a następnie ustalają formułę z następujących: prezentacja, doświadczenie, zestaw zadań, wykład.

Ogólne wymagania edukacyjne na poszczególne oceny śródroczne i roczne z fizyki

1. Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który:
 - opanował w pełnym zakresie wiadomości i umiejętności określone programem,
 - potrafi stosować wiadomości w sytuacjach nietypowych (problemowych),
 - umie formułować problemy i dokonuje analizy lub syntezy nowych zjawisk,
 - umie rozwiązywać problemy w sposób nietypowy,
 - osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych.
2. Ocenę bardzo dobrą otrzymuje uczeń, który:
 - w pełnym zakresie opanował wiadomości i umiejętności programowe,
 - zdobytą wiedzę potrafi zastosować w nowych sytuacjach,
 - jest samodzielny – korzysta z różnych źródeł wiedzy,
 - potrafi zaplanować i przeprowadzić doświadczenia fizyczne,
 - rozwiązuje samodzielnie zadania rachunkowe i problemowe.
3. Ocenę dobrą otrzymuje uczeń, który:
 - opanował w dużym zakresie wiadomości i umiejętności określone programem nauczania,
 - poprawnie stosuje wiadomości do rozwiązywania typowych zadań lub problemów,
 - potrafi wykonać zaplanowane doświadczenie z fizyki, rozwiązać proste zadanie lub problem.
4. Ocenę dostateczną otrzymuje uczeń, który:
 - opanował w podstawowym zakresie wiadomości i umiejętności określone programem nauczania,
 - potrafi zastosować wiadomości do rozwiązywania zadań z pomocą nauczyciela,
 - potrafi wykonać proste doświadczenie fizyczne z pomocą nauczyciela,
 - zna podstawowe wzory i jednostki wielkości fizycznych.
5. Ocenę dopuszczającą otrzymuje uczeń, który:
 - ma niewielkie braki w wiadomościach i umiejętnościach określonych programem nauczania, ale braki te nie przekreślają możliwości dalszego kształcenia,
 - zna podstawowe prawa i wielkości fizyczne,
 - potrafi z pomocą nauczyciela wykonać proste doświadczenie fizyczne.
6. Ocenę niedostateczną otrzymuje uczeń, który:
 - nie opanował tych wiadomości i umiejętności, które są konieczne do dalszego kształcenia,
 - nie potrafi rozwiązać zadań teoretycznych lub praktycznych o elementarnym stopniu trudności, nawet z pomocą nauczyciela,
 - nie zna podstawowych praw, pojęć i wielkości fizycznych.

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:
Dział 1. Opis ruchu postępowego				
1. Elementy działań na wektorach	• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, • wymienić cechy wektora, • zilustrować przykładem każdą z cech wektora, • dodawać wektory, • odejmować wektor od wektora, • pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę	• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach	• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych	• wykorzystać w pełni wiedzę podręcznikową w zakresie działań na wektorach do rozwiązywania problemów, • rozwiązać wszystkie zadania z podręcznika dotyczące działań na wektorach, • wyszukać w różnych źródłach i zaprezentować problemy dotyczące działań na wektorach

2–3. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. I	• poprawnie posługiwać się pojęciami: droga, położenie, szybkość średnia i chwilowa, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, • narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, • narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, • odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi	• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze, • wykazać, że wektor przemieszczenia nie zależy od wyboru układu współrzędnych	• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili, • wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej	• wypowiadać się na temat wprowadzonych wielkości fizycznych precyzyjnym językiem fizyki, • rozwiązać zadania z podręcznika i inne, o podwyższonym stopniu trudności, wskazane przez nauczyciela
4–5. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. II	• podać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia średniego, • objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym	• posługiwać się pojęciami: przyspieszenie średnie i chwilowe, • zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego	• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym	• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, • przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych
6. Ruch jednostajny prostoliniowy	• zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny, • obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym	• sporządzać wykres zależności $s(t)$ i $v(t)$ dla ruchu jednostajnego, • odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, • objaśnić różnicę między wykresem zależności drogi od czasu i współrzędnej położenia od czasu	• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, • rozwiązywać typowe zadania dotyczące ruchu jednostajnego	• sporządzać wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, • zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie $v_x(t)$ jako drogę w dowolnym ruchu

7–10. Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym	• podać przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, • obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym, • obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, • sformułować wynik doświadczenia	• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym po prostej, • porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory $\vec{v}$ i $\vec{a}$ mają zgodne, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty, • wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia	• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po prostej, • sporządzać wykresy tych zależności, • rozwiązywać typowe zadania dotyczące składania ruchów, • z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	• rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych, • samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
11–12. Przykłady opisu ruchów zmiennych		• powtórzyć przeprowadzone na lekcjach rozumowania związane z opisem ruchów zmiennych	• rozwiązywać nowe, typowe zadania dotyczące ruchów zmiennych	• rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów zmiennych

13–14. Względność ruchu	• wyjaśnić pojęcie układu odniesienia, • wyjaśnić, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne	• wyjaśnić, jakie układy odniesienia traktujemy jako inercjalne, • wyjaśnić pojęcie czasu absolutnego, • stosować prawa składania i rozkładania wektorów do składania ruchów	• podać związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, • podać związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, • nazwać powyższe związki transformacją Galileusza i podać warunki jej stosowalności, • podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, • zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów	• wyprowadzić na przykładzie związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, • wyprowadzić związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, • przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności, • rozwiązywać trudniejsze problemy dotyczące składania ruchów
--------------------------------	---	--	--	---

15–17. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. I	• opisać rzut poziomy jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, • objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, • wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość	• przekształcać wzory na wysokość i zasięg rzutu poziomego w celu obliczania wskazanej wielkości fizycznej, • posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, • stosować miarę łukową kąta, • zapisać związek między szybkością liniową i kątową	• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek, • wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową, • przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru, • rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego, • rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu	• rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące rzutu poziomego, • zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, • rozwiązywać problemy dotyczące ruchu niejednostajnego po okręgu
*18. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. II			• opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu	• rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu, • rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego

Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

1–3. Zasady dynamiki Newtona	- wymienić rodzaje oddziaływań występujące w przyrodzie, - podać jakościowe przykłady zastosowania zasad dynamiki Newtona, - rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał	- objaśnić stwierdzenia: <i>Siła jest miarą oddziaływania.</i> <i>O zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało.,</i> - w oddziaływaniach bezpośrednich wskazać źródło siły i przedmiot jej działania, - wypowiedzieć treść zasad dynamiki, - przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych, - znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało	- wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu, - w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych, - rozwiązywać typowe zadania wymagające stosowania zasad dynamiki, np. zamieszczone w podręczniku w <i>Przykładach zastosowań zasad dynamiki</i>	- na podstawie wartości siły wypadkowej (stała, zmienna) i jej zwrotu w stosunku do prędkości ciała ocenić rodzaj ruchu wykonywanego przez ciało, - swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat zasad dynamiki, używając precyzyjnego języka fizyki, - rozwiązywać problemy o wysokim stopniu trudności
4. Siła a zmiana pędu ciała	- zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu, - odpowiedzieć na pytanie: <i>Kiedy pęd ciała nie ulega zmianie?</i>	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	- na przykładach znajdować zmianę pędu jako różnicę pędu końcowego i początkowego, - analizować związek $\Delta \vec{mv} = \vec{F} \Delta t$ i wyciągnąć wniosek w postaci zasady zachowania pędu ciała	uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła

5–7. Zasada zachowania pędu dla układu ciał	● odpowiedzieć na pytania: - <i>Co nazywamy układem ciał?</i> - <i>Jak definiujemy pęd układu ciał?</i> - <i>W jakim punkcie go zaczepiamy?</i> - <i>Jaki warunek musi być spełniony, by pęd układu ciał nie zmieniał się?</i>	● obliczyć położenie środka masy układu dwóch ciał, ● wyznaczyć doświadczalnie położenie środka masy figury płaskiej, ● zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał	● podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić, ● graficznie znajdować pęd układu ciał, ● zastosować zasadę zachowania pędu w typowych zadaniach	● posługiwać się precyzyjnym językiem fizyki i samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał, ● rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
8. Tarcie	● rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, ● zapisać wzór na wartość siły tarcia, rozróżnić sytuacje, w których we wzorze występuje współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego	● zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, ● omówić rolę tarcia na wybranych przykładach, ● sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał	● rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	● rozwiązywać trudne zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia, z dostępnych zbiorów zadań
9. Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego	● aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia	● opisać ruch ciała z tarcie po równi pochyłej, ● wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia	● podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, ● z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	● samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik

10–11. Siły w ruchu po okręgu	• wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością, • podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze	• podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej	• rozwiązywać typowe zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	• rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna, • samodzielnie rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
12. Badanie ruchu jednostajnego po okręgu	• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, • sformułować wnioski z doświadczenia	• wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia	• podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, • z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	• samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
13–15. Opis ruchu w układach nieinercjalnych	• wyjaśnić, co to znaczy, że układ odniesienia jest nieinercjalny, • wykazać na przykładzie, że w układzie nieinercjalnym zasady dynamiki się nie stosują	• na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym, • zademonstrować działanie siły bezwładności, • podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić	• rozwiązywać typowe zadania z dynamiki w układzie nieinercjalnym, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	• samodzielnie rozwiązywać trudniejsze problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym
Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna				
1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów		• zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności	• korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem	

2–3. Praca i moc	• napisać i objaśnić skalarny wzór na pracę stałej siły działającej pod stałym kątem do kierunku przemieszczenia, • podać jednostkę pracy 1 J i sposób jej wprowadzenia, • podać definicję mocy średniej i zapisać ją wzorem, • podać jednostkę mocy 1 W i sposób jej wprowadzenia	• podać jednostki pochodne pracy i mocy oraz ich związki z jednostkami podstawowymi, • podać wzory na moc średnią i chwilową z użyciem prędkości średniej i prędkości chwilowej, • przekształcać wzory i wykonywać proste obliczenia	• przeprowadzić rozumowanie konieczne do obliczenia pracy siły zmiennej, • obliczać pracę siły zmiennej na podstawie wykresu $F(x)$, • obliczać pracę wykonaną przez urządzenie, którego moc zmienia się z upływem czasu	• rozwiązywać zadania dotyczące obliczania pracy i mocy o podwyższonym stopniu trudności, np. z wykorzystaniem zasad dynamiki
4–5. Rodzaje energii mechanicznej	• obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru $E_p = mgh$, • obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru $E_k = \frac{mv^2}{2}$	• wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał, • podać warunek, po spełnieniu którego układ może wykonać pracę, • podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone poprzez ich zmiany, • na podstawie definicji energii kinetycznej wyprowadzić wzór, za pomocą którego obliczamy tę energię	• wyjaśnić, po czym poznajemy, że zmienia się energia potencjalna układu ciał, a po czym, że zmienia się energia kinetyczna	• obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich

6–7. Zasada zachowania energii mechanicznej	• podać przykłady zjawisk, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona	• wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona, • przytoczyć samodzielnie opisane w podręczniku przykłady, w których wykorzystuje się zasadę zachowania energii mechanicznej w celu obliczenia pewnej wielkości fizycznej, • opisać sposób postępowania w przypadkach, gdy w rozważanym problemie energia mechaniczna nie jest zachowana	• z pomocą nauczyciela przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej, • rozwiązywać typowe zadania wymagające wykorzystania zasady zachowania energii lub związku zmian energii z wykonywaną pracą	• samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej dla układu dwóch ciał, • wyjaśnić, co to znaczy, że pewne siły są zachowawcze, • rozwiązywać nietypowe i trudne zadania, w których energia mechaniczna ulega zmianie
8. Zderzenia ciał	• podać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych	• zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych, • zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych	• przeanalizować zderzenie doskonale sprężyste centralne dwu kulek, poruszających się z prędkościami o jednakowych kierunkach i zwrotach, i obliczyć współrzędne prędkości obu kulek po zderzeniu	• 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

9. Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczanie masy jednego z nich	• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów, • sformułować wnioski z doświadczenia	• zapisywać wyniki w tabeli, • wykonywać obliczenia szukanych wielkości z wykorzystaniem wzorów zamieszczonych w opisie doświadczenia	• sformułować cele doświadczenia, • wykonywać kolejne czynności wymienione w opisie doświadczenia, • z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	• samodzielnie przestudiować opis doświadczenia zamieszczony w podręczniku i precyzyjnie go przedstawić na lekcji, • samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10. Sprawność urządzeń mechanicznych	• wyjaśnić, o czym informuje nas wielkość fizyczna zwana sprawnością urządzenia	• podać i objaśnić definicję sprawności urządzenia, • stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań	• przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające sposób obliczania sprawności równi pochyłej i bloku nieruchomego	• przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności układu urządzeń, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne				
1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	• podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, • wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, • wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne	• wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, • omówić zastosowania prawa Pascala	• wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, • sformułować i objaśnić prawo Pascala	• wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł
2. Prawo naczyń połączonych	• podać przykłady zastosowania naczyń połączonych	• sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, • za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy	• wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań	

3. Prawo Archimiedesa	opisać przykłady zachowania się ciał (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimiedesa	- sformułować i objaśnić prawo Archimiedesa, - na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, - rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu	- przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie, - rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimiedesa	- wyprowadzić prawo Archimiedesa na drodze rozumowania, - rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimiedesa
4. Zastosowanie prawa Archimiedesa do wyznaczania gęstości ciał	- podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę, - opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy, - mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru	z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimiedesa	samodzielnie opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimiedesa	skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki

Dział 5. Niepewności pomiarowe

1. Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich	- wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych, - wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych, - wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste, - wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych, - wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu	- wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, - zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, - obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność, - oszacować niepewność względną i procentową	- wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, - objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru	- wyjaśnić potrzebę dobrania odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru, - wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
2–3. Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony	z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP	- samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP, - przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami	- dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie, - swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki
Dział 6. Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej				
1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	- zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów, - podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych	podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego	wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemiennej	pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach

2. Ruch obrotowy bryły sztywnej	- wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna, - podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej	posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe	wyprowadzić i objaśnić związki między wielkościami opisującymi ruch obrotowy	precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego
3. Energia kinetyczna bryły sztywnej	- podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy, - podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu	obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątową i moment bezwładności względem osi symetrii	- wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły, - zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły, - korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności	stosować definicję momentu bezwładności $\sum m_i r_i^2$ i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył
4–6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	- wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprowadzenia bryły w ruch obrotowy, - na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły	- na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot, - podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych	- formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego, - podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych	- wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły, - wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły
7–8. Równowaga bryły sztywnej	wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich	- podać warunki równowagi bryły sztywnej, - podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych	na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu	wyjaśnić zasadę działania wielokrążka
9–10. Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności	aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kątownego od momentu bezwładności bryły	aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kątownego od momentu bezwładności bryły	zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kątownego od momentu bezwładności bryły	obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kątownego bryły sztywnej

11–12. Moment pędu	wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zero	- napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu, - podać kierunek i zwrot momentu pędu	- zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły, - zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu	- przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły, - przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$
13. Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu	obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu	obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu	za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu	obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu
14. Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego	większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego	wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami	wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań	wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności
15–17. Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie	opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii	- podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu, - zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu	- obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu, - zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły	- opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, - wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana

Dział 7. Pole grawitacyjne

1. O odkryciach Kopernika i Keplera	• przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego	• sformułować i objaśnić prawa Keplera	• wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce, • korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań	• przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii
2. Prawo powszechnej grawitacji	• zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji, • wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci	• objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji	• wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie m umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety	• przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	• zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi	• wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości, • objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny”	• wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej, • obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie	• przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych

4–5. Natężenie pola grawitacyjnego	- przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie, - zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne, - odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i>	- wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego, - podać definicję natężenia pola grawitacyjnego	- określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie, - z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego, - sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla $r \geq R$	- stosować zasadę superpozycji natężeń, - obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi, - wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie, - sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli
6–7. Praca w polu grawitacyjnym	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	przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość h po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek	- wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym, - podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym
8–9. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności	- uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne, - sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu R	- zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, - przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola	- uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona, - podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe

10. *Potencjał pola grawitacyjnego				• zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>, • narysować wykres $V(r)$ dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego, • zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów
11. Druga prędkość kosmiczna	• sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej	• podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi	• zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej	• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną
12–13. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	• podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości	• opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka	• objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości	• podać warunki, w których występuje stan nieważkości, • wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)
Dział 8. Elementy astronomii				
1. Układ Słoneczny	• wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego	• podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego	• szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego	• przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego

2–3. Jednostki odległości stosowane w astronomii	zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny	opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej	odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety	- zamieniać jednostki odległości używane w astronomii, - wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia
4. Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie	przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej	podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie	obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki	przygotować prezentację na temat czarnych dziur
5–6. Prawo Hubble’a i teoria Wielkiego Wybuchu	- podać przybliżony wiek Wszechświata, - wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”	- podać treść prawa Hubble’a, - zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne	- obliczyć wiek Wszechświata, - opisać ewolucję Wszechświata, - wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika	- wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, - wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni
Dział 9. Ruch drgający harmoniczny				
1. Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych	podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości	rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne	podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych	objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych

2–3. Ruch drgający harmoniczny. Badanie wydłużenia sprężyny	- wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego, - zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę	- wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, - zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi	- podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, - wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę	na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny
4–6. Matematyczny opis ruchu harmonicznego. Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny	- opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego, - zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości, - aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny	- obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu wzdłuż osi x zwróconej pionowo w górę, - sporządzić i zinterpretować wykresy zależności $x(t)$, $\dot{x}(t)$ i $a_x(t)$	- zapisać i objaśnić wzory na współrzędne x, $\dot{x}$, $\ddot{x}$ i F_x w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia, - zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny	- na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek dotyczący ruchu rzutu na oś x punktu poruszającego się po okręgu, - obliczać współrzędne x, $\dot{x}$, $\ddot{x}$ i F_x przy dowolnej fazie początkowej, - wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym
7. Energia w ruchu harmonicznym	- zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny, - omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny	na podstawie wykresu $F_x(x)$ wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości	wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu	- sporządzać wykresy zależności $E_p(x)$, $E_k(x)$ oraz $E_p(t)$ i $E_k(t)$, - rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

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	opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne	- zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, - zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań	- wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym, - wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła, - wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego	- wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, - samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie
11. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego	zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego	wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu	wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych	wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”
Dział 10. Zjawiska termodynamiczne				
1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał	wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia	wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej”	- wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol, - badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym	wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki

2. Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu	wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały	zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości	przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążących ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości
3. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	- objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina, - zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego	- uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów, - zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu, - zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona	przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego	- obliczyć stałą gazową R i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona, - wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanna i temperaturę w skali bezwzględnej
4–6. Szczególne przemiany gazu doskonałego	wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie	wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle’a, Charles’a i prawo Gay-Lussaca	- wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny, - sporządzać wykresy zależności $p(V)$ przy stałej temperaturze gazu, $p(T)$ przy stałej objętości gazu i $V(T)$ przy stałym ciśnieniu	skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle’a, prawo Charles’a i prawo Gay-Lussaca

7. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody	- wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu, - wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała”	uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu	- wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”, - wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma i stopni swobody, - skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie	za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody
8. Pierwsza zasada termodynamiki	wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia	- wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciału ciepła, - wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki Q i W w różnych procesach	- obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu, - przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu	udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględna pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem $p(V)$ dla tej przemiany
9–10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki	opisać przemianę adiabatyczną gazu	zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków	zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki W i Q dla różnych przypadków	- sporządzić wykresy zależności $p(V)$ dla przemian izotermicznej i adiabatycznej, - wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat
11. Ciepło właściwe i ciepło molowe	wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym	zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe	zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem	wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem

12. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu		• zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie	• 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	• przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki
13–15. Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	• stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego, • opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego	• podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, • wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, • opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych	• opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego, • zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny, • sformułować drugą zasadę termodynamiki	• opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne, • sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota, • zdefiniować skuteczność chłodzenia
16. Fluktuacje. Wzmianka o entropii	• podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii	• wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii	• podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki	

17–20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu	• podać fazy, w których może występować ta sama substancja, • opisać zjawiska topnienia i parowania	• podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania, • wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego, • zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej	• sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła	• przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, • wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu
21. Para nasycona i para nienasycona	• wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona	• wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała, • podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej	• podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe, • podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym	• sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt, • wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”
22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych	• odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i>, • podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, • podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał	• zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej, • odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej, • zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych	• porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów, • opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody	• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej, • obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych

23. *Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję				• wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję, • objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w pręcie
Dział 11. Pole elektrostatyczne				
1–2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	• wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne, • wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich	• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, • zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał	• podać wartość liczbową ładunku elementarnego, • wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku	• wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący
3–4. Natężenie pola elektrostatycznego. Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego	• opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne, • wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie	• podać definicję natężenia pola elektrostatycznego, • przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika, • graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne	• wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie	• opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól, • wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol
5. Naelektryzowany przewodnik	• opisać doświadczenie z klatką Faradaya, • opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi	• zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku, • opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach	• sporządzić wykres $E(r)$ dla naelektryzowanego przewodnika kulistego	• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni

6. Przewodnik w polu elektrostatycznym	• stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne	• wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu	• opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym	• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero
7–10. Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego	• zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba, • wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, • wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy	• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego, • podać definicję potencjału pola elektrostatycznego, • wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie	• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym, • zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punktowego źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła	• sporządzić wykresy zależności $E_p(r)$ dla ładunków jedno- i różnoimiennych, • sporządzić i objaśnić wykresy zależności $V(r)$ dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego, • stosować zasadę superpozycji dla potencjałów, • wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego
11. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	• opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować, • nazwać stałą dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę	• zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny	• wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową	• opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika

12–13. Kondensator	- opisać budowę kondensatora płaskiego, - wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego	wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora	podać definicję kondensatora	wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi
14. Dielektryk w polu elektrostatycznym	- wymienić cechy dielektryka, - wymienić kilka różnych dielektryków, - opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność	- wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, - zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny	dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności	za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka
15. Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa)	stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię	- zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, - zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora	wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci	przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii
16. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza	podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym	opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = 0$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, gdzie $\vec{v}_0$ to prędkość początkowa cząstki	przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego

Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa

1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	• objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny, • posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami, • podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia	• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, • posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką, • podać treść I prawa Kirchhoffa, • stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa, • zademonstrować I prawo Kirchhoffa	• zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, • dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo	• objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, • skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym
3–7. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik, • zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, • podać jednostkę oporu	• przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę, • wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową, • wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma, • narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma, • opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika	• odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór, • sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników, • zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności, • dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo	• analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności $I \sim U$, • podać sens fizyczny oporu, • wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego, • wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora

8–9. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe, • objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej, • wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego	• połączyć szeregowo kilka oporników, • połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa, • obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	• opisać rozkład napięć i natężeń prądu w połączeniach szeregowym lub równoległym oporników, • wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	• upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany, • wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza
10. Zależność oporu od długości i przekroju przewodnika	• obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne	• analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika, • posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką	• zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego	• zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika, • podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego
11–12. Praca i moc prądu elektrycznego	• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu, • odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika	• zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule’a, • wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń	• opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu, • opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu	• przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej

13–15. Siła elektro-motoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	• zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych, • zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości	• wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie, • wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa	• wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku, • zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku	• przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego, • podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{\Delta q}$, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu, • zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
16. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		• zapisać wzór wyrażający zależność $U(I)$ dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości	• sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła, • dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła	• wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie $U(I)$ oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami

17–19. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa	skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki	- zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz, - stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych, - obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa
20. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika	- opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach, - rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury	- opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników, - opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali	przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku
21–22. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor	wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,	- rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n, - wyjaśnić ogólną zasadę działania diody.	- opisać budowę i działanie złącza n-p, - naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej, - wyjaśnić zasadę działania tranzystora, - podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego	zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła

23. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	wskazać nośniki ładunku w cieczach i gazach	- wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów, - wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola, - wyjaśnić zjawisko termoemisji	- wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór, - opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami, - wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia	- wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów, - wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów, - skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu
--	---	---	--	---

Dział 13. Pole magnetyczne

1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	- opisać wzajemne oddziaływanie magnesów trwałych, - udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne	- rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, - określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe, - opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami	- posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych, - opisać pole magnetyczne Ziemi	skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim
3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	- wykonać doświadczenie Ørsteda, - zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła	- wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji, - wymienić cechy siły elektrodynamicznej	znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego	skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda

5. Wektor indukcji magnetycznej	- wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym, - zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej, - podać jednostkę indukcji magnetycznej, - wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego	- 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, - wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, - stosować regułę lewej dłoni	zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru	wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem
6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	- odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>, - stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$	- wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy, - zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, - podać przykłady zastosowania cyklotronu, - omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym	- wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością, - obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym	- omówić budowę i zasadę działania cyklotronu, - opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt α, - przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym, - omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej
9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy	- zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy, - stosować regułę prawej dłoni	- wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar, - podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój	- stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy, - stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem

12. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		• zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem,	• zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników,	• przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem
13. Silnik elektryczny	• wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną, • wymienić zastosowania silnika elektrycznego	• opisać budowę modelu silnika elektrycznego, • narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jedno-rodnym polu magnetycznym	• na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały	• na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych
14–15. Właściwości magnetyczne substancji	• zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji	• opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków	• opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub para-magnetyka, • obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem	• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji, • rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, • omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy
Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna				
1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	• zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego	• opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie	• zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę, • podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie	• na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej

4–5. Siła elektromotoryczna indukcji	- wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya	- opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - sformułować prawo indukcji Faradaya	- wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość, - obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej	- wyprowadzić wzór na SEM indukcji, - przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji, - sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\mathcal{E}(t)$ oraz $I(t)$
6–7. Reguła Lenza	- zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie, - wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej	sformułować regułę Lenza	- uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, - stosować regułę Lenza w prostych przykładach	stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
8–9. Zjawisko samoindukcji				

10–13. Prąd zmienny	- wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną, - nazwać prąd powstający w prądnicie i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę, - podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce	- opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu, - zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicie od czasu, - wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami	- przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy, - zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego, - zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną	- sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\mathcal{E}(t)$ oraz analizować ich przebieg, - przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego, - wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu $I(t)$
14–15. Transfor-mator	- wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator, - opisać budowę transformatora, - rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim	- wyjaśnić zasadę działania transformatora, - zdefiniować przekładnię transformatora, - zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią	- znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora, - wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem, - obliczać straty energii w linii przesyłowej	- wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, - wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
16. Zastosowanie diody i tranzystora	wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe	zademonstrować diodę jako źródło światła,	- opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołkowego, - narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza	przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe

Dział 15. Optyka geometryczna

1. Zjawisko odbicia i załamania światła	- opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła, - przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać pro-mień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną, - przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany, - rozróżnić odbicie i rozpraszanie światła, - wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze	- przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości, - wyjaśnić zasadę działania światła odbaskowych, - wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach, - zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach, - zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku, - podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego	- podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych, - zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania	- porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego, - wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku, - objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	- opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka, - wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia	za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny	- zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego, - wyznaczyć wartość współ-czynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego	- przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów, - przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie

5–6. Zwierciadła	- naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim, - naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy	- konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy, - posługiwać się pojęciem powiększenia	- podać definicję powiększenia, - wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła	- wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła, - wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować, - przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres
7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	- zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy, - opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektro-magnetycznych o różnych częstotliwościach	- naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki, - podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła	wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach	- wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować, - opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, - przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	- konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów, - przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu, - zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę	- nazwać soczewki o różnych kształtach, - zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek, - wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki, - stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki	- wyprowadzić równanie soczewki, - doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, - wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej	- wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować, - sporządzić wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej i go zinterpretować, - wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej

13. Lupa i oko. Wady wzroku	• podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów	• wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie, • wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, • podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności	• wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy, • podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych	• przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku, • opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie
Dział 16: Fale mechaniczne				
1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	• zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej, • podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej	• opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenośące energię	• przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej, • wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach	• objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy

2. Wielkości charakteryzujące fale	- na modelu harmonicznej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, - używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość	- definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej, - posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2), - podać związki między wiel-kościami opisującymi falę harmoniczną	- zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę, - wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej	- przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego, - opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła, - wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę	- uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t), - zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali	- przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej, - zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej	- przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej, - przeanalizować zależność $y(x)$ dla ustalonej chwili i $y(t)$ dla wybranej cząstki, - sporządzać wykresy funkcji falowych
5–6. Interferencja fal płaskich	- podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów, - wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal, - zaobserwować zjawisko interferencji fal	naszkicować fale składowe o jednakowych T i A oraz falę wypadkową dla faz: 0, π i $0 < \varphi_0 < \pi$	wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik	- opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, - zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
7–8. Fale stojące		- opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, - podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej	- podać warunki powstawania fali stojącej, - zademonstrować falę stojącą, - obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej	przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję

9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	• obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, • naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie	• podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć, • wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne, • podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem	• sformułować zasadę Huygensa, • sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie, • wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami	• stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji, • wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali
11–12. *Fale akustyczne	• podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości, • podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych, • podać cechy dźwięków	• podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach	• wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku, • obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach	• zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę, • przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
13–14. Zjawisko Dopplera	• opisać istotę zjawiska Dopplera, • przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera	• zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora, • wskazać na schemacie zmianę długości fali	• na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora, • podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków	• na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła

Dział 17. Niepewności pomiarowe

1–2. Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio	• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: grubo, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna), • objaśnić podstawowe pojęcia, • wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, • wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, • rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne	• objaśnić wzór na niepewność względną, • wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego, • zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności, • przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych	• zdefiniować niepewność względną, • objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów, • przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu), • obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy $S_{\bar{x}} \ll \Delta x$	• wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa, • opisać funkcję Gaussa, • omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności, • opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne, • posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji, • wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
--	--	---	--	---

3. Niepewności pomiarów pośrednich	- wymienić przykłady pomiarów pośrednich, - posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio, - zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności	- skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, - skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, - uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów	- sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego, - przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego	- obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, - obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, - stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową
------------------------------------	---	---	--	--

Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii

1–2. Fale elektromagnetyczne	- omówić widmo fal elektromagnetycznych, - podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma	podać definicję fali elektromagnetycznej	omówić doświadczenie Hertza	- wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC, - przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy
Pomiar wartości prędkości światła			opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła	opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła

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	
4–5. Siatka dyfrakcyjna	• opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną	• podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal	• 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	• wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, • opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej
6. Interferencja światła w cienkich warstwach	• wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	• sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	• wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	• 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

7. Dyfrakcja światła na szczelinie	• zaobserwować i wyjaśnić 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	
8–9. Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej	• wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu, • uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększania	• podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, • wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu	• analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, • podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych	• analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, • uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki
10–11. Polaryzacja światła	• obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle, • 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, • zdefiniować kąt Brewstera, • wyprowadzić związek: $\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n}{n_{\text{otoczenia}}}$	• zapisać i wyjaśnić prawo Malusa, • przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi, • wyjaśnić zasadę działania kina 3D

12–14. Zjawisko fotoelektryczne	• obserwować i wyjaśnić 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 wyjaśnić 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 I 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
--	--	---	---	---

15–17. Promieniowa-nie ciał. Widma	• rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, • wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, • opisać widmo promieniowa-nia 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, • posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera)	• zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmann i prawo Wiena, • opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe)
---	--	--	---	---

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

21–23. Promieniowa-nie rentgenowskie	• opisać właściwości promieni X, • wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego	• opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, • omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, • uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną	• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym, • wyprowadzić wzór na $\lambda_{\min}$, • posługiwać się wzorem Bragga, • interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	• 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)
------------------	---	---	---	--

Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności

1–2. Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje	- opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na wpływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych, - przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej	- wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, - wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni	uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość c	
--	---	---	--	--

3. Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych	• 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	• interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych	• 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
4. Maksymalna szybkość przekazu informacji	• przytoczyć 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	• przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, • wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie	• 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

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
Dział 20. Fizyka jądrowa				
1. Odkrycie promie- niotwórczości. 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
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, • wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, • podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma	• wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich
4–5. Prawo rozpadu promieniotwórcze-g o. Metoda datowa-nia izotopowego	• zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, • zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, • przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu, • wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów	• 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}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

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 energię 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 α, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, • obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji
10–11. Reakcje rozszczepienia	• wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji, • opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia, • wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia	• na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych	• zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, • 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	• stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, • obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji, • uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał

12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej	• wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową, • wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane	• uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej	• opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, • opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej	• przygotować się do dyskusji na temat: <i>Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych</i>; brać czynny udział w dyskusji
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. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na 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