

eFizyka

Program nauczania

KSZTAŁCENIE W ZAKRESIE ROZSZERZONYM
szkoły ponadgimnazjalne

Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej

Marian Kozielski,Warszawa 2013



KAPITAŁ LUDZKI
CZŁOWIEK – NAJLEPSZA INWESTYCJA!



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Spis treści

1. PODSTAWA PROGRAMOWA	3
2. PROGRAM NAUCZANIA.	8
2.1. Ogólny opis <i>Programu</i>	8
2.2. Założenia dydaktyczne i wychowawcze <i>Programu</i>	11
2.3. Cele edukacyjne	11
2.4. Cele wychowawcze	12
2.5. Rozplanowanie materiału nauczania	12
2.6. Odniesienie do podstawy programowej i dostępnych multimediiów	15
2.7. Treści nauczania i planowane osiągnięcia ucznia	20
2.7. Sposoby realizacji celów kształcenia	44
2.8. Propozycja kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia	45

1. Podstawa programowa

Podstawa programowa fizyki jest zawarta w Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. – Dz.U.nr 4 z dn. 15 stycznia 2009r. Poz. 17. Poniżej przedstawiono jej treść.

PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

- I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
- II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
- III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

1. Ruch punktu materialnego. Uczeń:

- 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);
- 2) opisuje ruch w różnych układach odniesienia;
- 3) oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej;
- 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu;
- 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;
- 6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego;
- 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona;
- 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
- 9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał;
- 10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu;
- 11) wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym;
- 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał;
- 13) składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych;
- 14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego;
- 15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

**Cele kształcenia
– wymagania
ogólne**

**Treści nauczania
– wymagania
szczegółowe**

2. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:
 - 1) rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności;
 - 2) rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności;
 - 3) oblicza momenty sił;
 - 4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił);
 - 5) wyznacza położenie środka masy;
 - 6) opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe);
 - 7) analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił;
 - 8) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu;
 - 9) uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.
3. Energia mechaniczna. Uczeń:
 - 1) oblicza pracę siły na danej drodze;
 - 2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym;
 - 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu;
 - 4) oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność;
 - 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.
4. Grawitacja. Uczeń:
 - 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi;
 - 2) rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego;
 - 3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego;
 - 4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
 - 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej;
 - 6) wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich;
 - 7) oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi;
 - 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych;
 - 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.

5. Termodynamika. Uczeń:

- 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
- 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną;
- 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego;
- 4) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek;
- 5) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła;
- 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej;
- 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych;
- 8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- 9) interpretuje drugą zasadę termodynamiki;
- 10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę;
- 11) odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy;
- 12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:

- 1) analizuje ruch pod wpływem sił) sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu;
- 2) oblicza energię potencjalną sprężystości;
- 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego;
- 4) interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym;
- 5) opisuje drgania wymuszone;
- 6) opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach;
- 7) stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu;
- 8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością;
- 9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków;
- 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego;
- 11) wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa;
- 12) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie;
- 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.

7. Pole elektryczne. Uczeń:

- 1) wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi;
- 2) posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego;
- 3) oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego;
- 4) analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków;
- 5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego;
- 6) przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola;
- 7) opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami;
- 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora;
- 9) oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne;
- 10) oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora;
- 11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym;
- 12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

8. Prąd stały. Uczeń:

- 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego;
- 2) oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne;
- 3) rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma;
- 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych;
- 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle;
- 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze;
- 7) opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.

9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:

- 1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 2) oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym;
- 4) opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne;
- 5) opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych;

- 6) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym;
 - 7) opisuje zasadę działania silnika elektrycznego;
 - 8) oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię;
 - 9) analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym;
 - 10) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej;
 - 11) stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego;
 - 12) opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora;
 - 13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne);
 - 14) opisuje zjawisko samoindukcji;
 - 15) opisuje działanie diody jako prostownika.
10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:
- 1) opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań;
 - 2) opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła;
 - 3) opisuje doświadczenie Younga;
 - 4) wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej;
 - 5) opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator;
 - 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków;
 - 7) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny;
 - 8) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających;
 - 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.
11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:
- 1) opisuje założenia kwantowego modelu światła;
 - 2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki;
 - 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy;
 - 4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego;
 - 5) określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek.

12. Wymagania przekrojowe

Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki, uczeń:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi;
- 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych);
- 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem;
- 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu;
- 5) dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana);
- 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej);
- 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku;
- 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

13. Wymagania doświadczalne

Uczeń przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych poniżej badań polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczących:

- 1) ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym);
- 2) ruchu wahadła (np. wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego);
- 3) ciepła właściwego (np. wyznaczenie ciepła właściwego danej cieczy);
- 4) kształtu linii pól magnetycznego i elektrycznego (np. wyznaczenie pola wokół przewodu w kształcie pętli, w którym płynie prąd);
- 5) charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, ewentualnie diody (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności $I(U)$);
- 6) drgań struny (np. pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny);
- 7) dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD);
- 8) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego);
- 9) obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie).

2. PROGRAM NAUCZANIA

Prezentowany program nauczania przeznaczony jest do pracy z podręcznikiem multimedialnym i multimedialnym środowiskiem nauczania fizyki.

2.1. Ogólny opis Programu

Program nauczania e-Fizyka XXI dla klas 2 i 3 w szkołach ponadgimnazjalnych w zakresie rozszerzonym jest zgodny z *Podstawą programową*. Uwzględnia wszystkie treści ogólne i szczegółowe.

Zgodnie z *Ramowym Planem Nauczania* dla fizyki w zakresie rozszerzonym prezentowany program można zrealizować w przewidzianej na ten przedmiot liczbie 240 godzin. Przewidziano 140 godzin w klasie 2 i 100 godzin w klasie 3.

Głównym celem *Programu nauczania e-Fizyka XXI* jest zaciekawienie uczniów omawianymi zagadnieniami i zachęcenie ich do podjęcia studiów na kierunkach technicznych. Dzięki wykorzystaniu środowiska multimedialnego można stosować aktywizujące metody pracy kształtujące umiejętności uczenia się i krytycznego korzystania ze źródeł informacji.

W *Programie* przedstawiono:

- **założenia dydaktyczne i wychowawcze**,
- **cele edukacyjne**, których realizacji służy *Program*;
- **treści nauczania i szczegółowe cele kształcenia**; treści nauczania podano w rozbiciu na poszczególne lekcje, a szczegółowe cele kształcenia sformułowano w postaci końcowych planowanych osiągnięć ucznia na dwóch poziomach (podstawowe i ponadpodstawowe), uwzględniając wszystkie wymagania szczegółowe,
- **rozplanowanie materiału nauczania** — z podziałem tematów na poszczególne klasy;
- **sposoby realizacji celów kształcenia** — podano sposoby korzystania z programu z uwzględnieniem środków dydaktycznych i lekcji ćwiczeniowych rachunkowych jak i doświadczalnych. Program ten obejmuje ponadto informacje o zalecanych środkach dydaktycznych zawartych w e_podręczniku, zestawie doświadczeń uczniowskich w formie medialnej komputerowej - doświadczeń zdalnych oraz symulowanych, jak również wykonywanych samodzielnie przez ucznia „w realu”, zbiorach zadań, programach komputerowych



KAPITAŁ LUDZKI
CZŁOWIEK – NAJLEPSZA INWESTYCJA!



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



dla ucznia i nauczyciela, oraz innych dydaktycznych środków multimedialnych z wykorzystaniem komputera,

– **sposoby oceniania osiągnięć ucznia.**

Zamiarem programu jest realizacja wszystkich zadań szkoły w odniesieniu do przedmiotu fizyka, ze szczególnym naciskiem na:

- 1) nauczanie fizyki w oparciu o zagadnienia odnoszące się do życia codziennego, przyrody i **techniki**,
- 2) uzupełnienie i pogłębienie wiedzy fizycznej i astronomicznej ucznia w celu pogłębienia rozumienia nauki, jej możliwości i ograniczeń oraz przygotowania do studiów na kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych,
- 3) uświadomienie roli eksperymentu i teorii w poznawaniu przyrody oraz znaczenia matematyki w budowaniu modeli i rozwiązywaniu problemów fizycznych,
- 4) rozwijanie u ucznia umiejętności samodzielnego formułowania wypowiedzi o zagadnieniach fizycznych i astronomicznych, prowadzenia dyskusji w sposób terminologicznie i merytorycznie poprawny, rozwiązywania problemów fizycznych, wykonywania obliczeń,
- 5) inspirowanie dociekliwości i postawy badawczej uczniów.

Spośród celów edukacyjnych największy nacisk położono na:

- 1) rozumienie zjawisk otaczającego świata oraz natury i struktury fizyki i jej związku z innymi naukami przyrodniczymi,
- 2) zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do dalszego kształcenia na kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych.

Spośród osiągnięć uczniów za bardzo ważne uznano:

- 1) umiejętność obserwacji, opisywania, wyjaśniania i przewidywania zjawisk fizycznych i astronomicznych z wykorzystaniem praw fizycznych i modeli, przy świadomości granic ich stosowalności z wykorzystaniem współczesnych technik informatycznych,
- 2) posługiwanie się pojęciami fizycznymi ze zrozumieniem,
- 3) umiejętność wykorzystywania wiedzy fizycznej do wyjaśniania zasad działania i bezpiecznego użytkowania urządzeń technicznych,
- 4) znajomość prawidłowości przyrodniczych i metod ich poznawania na poziomie umożliwiającym podjęcie studiów na kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych.

Z założenia program ten jest adresowany do uczniów i nauczycieli uczących w szkołach, w których istnieją tradycje rozwijania przedmiotów matematyczno-przyrodniczych, program nauczania matematyki i informatyki jest realizowany równolegle w zakresie rozszerzonym, tak że uczeń jest w stanie posłużyć się odpowiednim aparatem matematycznym i informatycznym podczas rozwiązywania problemów fizycznych. Osiągnięcia uczniów umożliwiają im podjęcie studiów na kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych

Podstawowym warunkiem realizacji programu jest odpowiedni przydział godzin, tzn. 4 godziny tygodniowo w każdej klasie, co jest zgodne z Zarządzeniem Ministerstwa. Uwzględniono również fakt, że w ostatniej klasie efektywnie będzie mniej godzin lekcyjnych ze względu na maturę.

2.2. Założenia dydaktyczne i wychowawcze Programu

Program zakłada aby niezależnie od realizacji celów edukacyjnych, zadań szkoły, fizyka stała się dla ucznia nauką ciekawą, a nawet fascynującą. Uczeń powinien zachwycić się tym, że fizyka potrafi odkryć to, co nie jest bezpośrednio dostępne naszym zmysłom, że swoim zasięgiem obejmuje zarówno niewidzialną mikromaterię, jak i zdumiewającą swoimi rozmiarami głębię Kosmosu. W trakcie nauki uczeń powinien dostrzec i zrozumieć, że fizyka jest podstawową nauką, której odkrycia mają fundamentalne znaczenie dla rozwoju naszej cywilizacji. Odkrycia fizyki stanowią podstawę i niewyczerpane źródło techniki, co przyczynia się do powstawania i rozwoju technologicznego różnych dziedzin nauki.

Program zakłada ponadto, że zaznajomienie się z fizyczną podstawą budowy wielu urządzeń technicznych, obecnych w codziennym życiu ucznia, pozwoli mu zrozumieć otaczającego zewsząd technikę i uniknąć stanu zagubienia w pozornie skomplikowanym otoczeniu technicznym.

Założeniem Programu jest, aby w czasie nauki fizyki wykształcić u ucznia umiejętności ścisłego i twórczego myślenia. Uczeń poznaje metody badawcze fizyki jako najściślejszej z nauk przyrodniczych.

Założeniem wychowawczym programu jest wdrożenie uczniów do systematycznej pracy i wykształcenie w nich wytrwałości w pokonywaniu trudności przy rozwiązywaniu różnych problemów i zadań, a także kształcenie w uczniach chęci zdobywania wiedzy.

Dzięki zastosowaniu komputerowych technik multimedialnych program umożliwia przenikanie nauczania w dziedzinach pokrewnych, matematyki, informatyki, chemii, itp.

2.3. Cele edukacyjne

Cele edukacyjne programu są zgodne z celami sformułowanymi w *Podstawie programowej*. W szczególności należy wyróżnić następujące:

- 1) Rozumienie zjawisk otaczającego świata oraz natury i struktury fizyki i jej związku z innymi naukami przyrodniczymi.
- 2) Poznanie metod badawczych fizyki oraz roli eksperymentu i teorii w jej rozwoju.
- 3) Umiejętność dostrzegania związków i różnic istniejących w prawach rządzących mikro- i makroświatem oraz Kosmosem. Zdolność do refleksji filozoficzno-przyrodniczej.
- 4) Rozumienie związku fizyki z techniką — fizyka jako źródło współczesnej techniki.
- 5) Zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do dalszego kształcenia na studiach przyrodniczych i technicznych.
- 6) Wytworzenie zaciekawienia zjawiskami otaczającego świata i dociekliwości, uporu w rozwiązywaniu trudnych problemów, systematyczności. Rozwinięcie w sobie cech charakteryzujących człowieka myślącego, wrażliwego i potrafiącego samodzielnie oceniać i wyrobić sobie pogląd na otaczający świat, opierając się na badaniach naukowych. Umiejętność odróżniania fikcji od rzeczywistości.

2.4. Cele wychowawcze

- 1) Kształcenie współdziałania w zespole.
- 2) Kształcenie umiejętności uczenia się.
- 3) Kształcenie postawy zdyscyplinowania, rzetelności, systematyczności, wytrwałości i zaangażowania z prace eksperymentalno-badawcze.
- 4) Wytworzenie zaciekawienia zjawiskami otaczającymi świata.
- 5) Rozwijanie w sobie cech charakteryzujących człowieka myślącego i potrafiącego samodzielnie oceniać i wyrobić sobie pogląd na otaczającą go rzeczywistość na podstawie badań naukowych.
- 6) Umiejętność odróżniania fikcji od rzeczywistości.
- 7) Przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym.
- 8) Wychowanie mądrego i krytycznego odbiorcy środków masowego przekazu.

2.5. Rozplanowanie materiału nauczania

Materiał nauczania został podzielony na dwie klasy, według niżej wyszczególnionego wykazu. Przydział godzin nauczania to 4 godziny tygodniowo (240 godzin w cyklu nauczania w zakresie rozszerzonego). Przedstawiony podział materiału nauczania należy traktować jako przykładową propozycję. Nauczyciel może dokonać modyfikacji w zależności od konkretnych warunków występujących w określonej szkole.

Materiał został podzielony według poniższej specyfikacji. Przy nagłówku każdej klasy zaproponowano liczbę godzin lekcyjnych. Przy podziale godzin przyjęto, że w drugiej klasie w roku szkolnym jest 35 tygodni zajęć po 4 godziny na tydzień. W trzeciej klasie (maturalnej) przyjęto 25 tygodni zajęć po 4 godziny tygodniowo.

KLASA 2 (140)

1. Wiadomości wstępne
 - 1.1. Co jest przedmiotem fizyki
 - 1.2. Układ jednostek SI
2. Kinematyka punktu materialnego
 - 2.1. Ruch jednostajny prostoliniowy
 - 2.2. Ruch jednostajnie przyspieszony prostoliniowy
 - 2.3. Swobodne spadanie – (eksperyment uczniowski)
 - 2.4. Ruch jednostajnie opóźniony prostoliniowy
 - 2.5. Wektory i skalary
 - 2.6. Pomiary parametrów ruchu ciała na równi pochyłej
 - 2.7. Rzut poziomy
 - 2.8. Rzut ukośny
 - 2.9. Ruch jednostajny po okręgu
3. Dynamika
 - 3.1. Pierwsza i druga zasada dynamiki Newtona
 - 3.2. Pomiary sił
 - 3.3. Trzecia zasada dynamiki Newtona, pęd i popęd
 - 3.4. Zasada zachowania pędu
 - 3.5. Środek masy
 - 3.6. Siły bezwładności.
 - 3.7. Siły w ruchu po okręgu
 - 3.8. Tarcie i opory ruchu ciała w płynie
4. Praca. Energia. Moc
 - 4.1. Praca i moc

- 4.2. Energia mechaniczna
- 4.3. Zasada zachowania energii
- 4.4. Zderzenia

- 5. Dynamika bryły sztywnej
 - 5.1. Zasady dynamiki bryły sztywnej
 - 5.2. Prawo zachowania momentu pędu. Podsumowanie zasad zachowania w mechanice
 - 5.3. Statyka

- 6. Teoria molekularno-kinetyczna materii
 - 6.1. Ciśnienie. Hydro- i aerostatyka.
 - 6.2. Model gazu doskonałego i podstawowe równanie teorii kinetycznej gazu
 - 6.3. Równanie stanu gazu doskonałego
 - 6.4. Temperatura. Rozszerzalność cieplna cieczy i ciał stałych. Konwekcja, przewodnictwo cieplne.
Zasada ekwipartycji energii

- 7. Termodynamika
 - 7.1. Zerowa i I zasada termodynamiki
 - 7.2. Izoprocesy gazu doskonałego – proces izochoryczny i proces izobaryczny
 - 7.3. Izoprocesy gazu doskonałego – proces izotermiczny i proces adiabatyczny
 - 7.4. Cykl Carnota
 - 7.5. Silniki cieplne
 - 7.6. II zasada termodynamiki

- 8. Stany skupienia materii
 - 8.1. Struktura ciał stałych
 - 8.2. Zjawisko włoskowatości. Napięcie powierzchniowe. Menisk
 - 8.3. Przemiany fazowe. Zjawisko parowania

- 9. Dynamika płynów
 - 9.1. Dynamika płynów — cz. 1
 - 9.2. Dynamika płynów — cz. 2

- 10. Grawitacja
 - 10.1. Prawo grawitacji Newtona
 - 10.2. Pole grawitacyjne, natężenie pola
 - 10.3. Praca w polu grawitacyjnym, potencjał pola
 - 10.4. Prawa Keplera
 - 10.5. Prędkości kosmiczne i ruch satelitów

- 11. Pole elektrostatyczne
 - 11.1. Ładunek. Prawo Coulomba
 - 11.2. Pole elektrostatyczne. natężenie pola
 - 11.3. Praca w polu elektrostatycznym. Potencjał i energia pola
 - 11.4. Pojemność elektryczna i kondensator płaski
 - 11.5. Dielektryki

- 12. Prąd stały

- 12.1. Napięcie i siła elektromotoryczna — SEM. Natężenie prądu elektrycznego
- 12.2. Prawo Ohma. Prawo Joule'a-Lenza
- 12.3. Mikroskopowy obraz prądu elektrycznego
- 12.4. Obwody elektryczne. Pomiary elektryczne
- 12.5. Prąd w cieczech. Ogniwa galwaniczne i akumulatory

KLASA 3 (100)

- 13. Elektromagnetyzm
 - 13.1. Pole magnetyczne. Siła Lorentza
 - 13.2. Prawo Ampère'a i Biota-Savarta
 - 13.3. Przewodnik w polu magnetycznym. Przyrządy magnetoelektryczne. Silnik elektryczny
 - 13.4. Magnetyki. Dia-, para- i ferromagnetyki. Magnesy stałe
 - 13.5. Indukcja elektromagnetyczna. Indukcyjność. Prawo Faradaya. Prawa Maxwella
 - 13.6. Samoindukcja i indukcyjność obwodów
- 14. Drgania i fale mechaniczne
 - 14.1. Oscylator harmoniczny
 - 14.2. Wahadło matematyczne i fizyczne. Drgania wymuszone. Rezonans
 - 14.3. Równanie fali harmonicznej. Energia i natężenie fali
 - 14.4. Interferencja i dyfrakcja fal. Zasada Huygensa
 - 14.5. Elementy akustyki
 - 14.6. Efekt Dopplera
- 15. Prąd przemienny
 - 15.1. Obwód drgający LC. Rezonans
 - 15.2. Obwód RLC
 - 15.3. Prąd przemienny. Moc i energia
 - 15.4. Przyrządy i mierniki prądu przemiennego.
- 16. Fale elektromagnetyczne
 - 16.1. Widmo fal elektromagnetycznych.
 - 16.2. Promieniowanie fal elektromagnetycznych. Podstawy łączności radiowej i telewizyjnej
- 17. Optyka
 - 17.1. Dyspersja światła. Załamanie i odbicie światła
 - 17.2. Interferencja i dyfrakcja światła. Polaryzacja światła. Wykorzystanie tych zjawisk w technice przyrządów optycznych
 - 17.3. Zwierciadła.
 - 17.4. Pryzmat
 - 17.5. Soczewki
 - 17.6. Przyrządy optyczne. Lupa. Okulary. Luneta. Mikroskop
 - 17.7. Holografia - *nadobowiązkowo*
- 18. Mechanika kwantowa i fizyka atomowa
 - 18.1. Promieniowanie ciała doskonale czarnego
 - 18.2. Zjawisko fotoelektryczne, fotony. Dualistyczna natura cząstek materii

- 18.3. Specyfika obiektów kwantowych. Relacje nieoznaczoności Heisenberga
 18.4. Model Bohra atomu wodoru. Współczesny model atomu
 18.5. Promieniowanie światła przez atomy
 18.6. Lasery - *nadobowiązkowo*
19. Teoria względności- *nadobowiązkowo*
 19.1. Wstęp do teorii względności i postulaty Einsteina
 19.2. Dylatacja czasu
 19.3. Transformacje Lorentza
 19.4. Czasoprzestrzeń
 19.5. Dynamika relatywistyczna. Zasada korespondencji
20. Fizyka ciała stałego - *nadobowiązkowo*
 20.1. Przewodnictwo elektronowe metali
 20.2. Przewodnictwo półprzewodników
 20.3. Dioda, tranzystor i obwody scalone
 20.4. Urządzenia elektroniczne —wideo i audio

2.6. Odniesienie do podstawy programowej i dostępnych multimedialnych

Numer lekcji	Temat lekcji	Odniesienie do podstawy programowej	Dostępne multimedia
KLASA 2			
1-2	Co jest przedmiotem fizyki? Układ jednostek SI	12.1	
3-4	Ruch jednostajny prostoliniowy	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 13.1	a. Lekcja wirtualna – Kinematyka punktu materialnego b. Film – Ruch jednostajny
5-9	Ruch jednostajnie przyspieszony prostoliniowy	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 12.2, 12.3, 12.4, 13.1	a. Film – ruch jednostajnie przyspieszony
10-11	Swobodne spadanie – (eksperyment uczniowski)	1.2, 1.3, 1.4, 1.6, 12.3, 12.4, 13.1	a. Ćwiczenie interaktywne – rzut pionowy
12-13	Ruch jednostajnie opóźniony prostoliniowy	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 12.2, 12.3, 12.4	a. Film – Ruch jednostajnie opóźniony b. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Zadanie „o dziesięć mniej”
14-15	Wektory i skalary	1.1	c. Animacja – Wektory a. Animacja – Łódź na rzece b. Animacja – Przeprowa łodzią przez rzekę c. Animacja – Wektor prędkości w ruchu krzywoliniowym
16-17	Pomiary parametrów ruchu ciała na równi pochyłej (eksperyment uczniowski)	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 12.4	a. Film – Parametry ruchu
18-20	Rzut poziomy	1.13, 1.15, 12.2, 12.3, 12.4	a. Ćwiczenie interaktywne – rzut poziomy

			b. Ćwiczenie interaktywne – rzut ukośny c. Animacja – przykład rzutu poziomego
21-22	Ruch jednostajny po okręgu	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 12.2, 12.4	a. Film – ruch jednostajny po okręgu a. Film – przyśpieszenie dośrodkowe b. Film - cykloida
23-25	Pierwsza i druga zasada dynamiki Newtona	1.7, 1.8, 12.2, 12.3	a. Lekcja wirtualna – dynamika punktu materialnego b. Film – Druga zasada dynamiki
26-29	Pomiary sił (eksperyment uczniowski)	1.7, 1.8, 12.5	a. Film – Kula i klocek na równi pochyłej b. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Równia pochyła c. Lekcja wirtualna – równia pochyła
30-32	Trzecia zasada dynamiki Newtona, pęd i popęd	1.9	a. Animacja – Pęd i popęd b. Film – Wahadło Newtona
33-34	Zasada zachowania pędu	1.10, 12.3	a. Animacja – Zasada zachowania pędu
35-36	Środek masy	2.1, 2.5	
37-39	Siły bezwładności.	1.11,	a. Ćwiczenie interaktywne – O dziesięć mniej
40-42	Siły w ruchu po okręgu	1.13, 1.14, 12.3	
43-45	Tarcie i opory ruchu ciała w płynie – cieczy i gazie	1.12	
46-48	Praca i moc.	3.1, 12.5	a. Lekcja wirtualna – Praca i energia
49-52	Energia mechaniczna	3.2	a. Film – Zasada zachowania energii b. Film – Martwa pętla
53-56	Zasada zachowania energii	3.3, 3.4, 12.3	
57-58	Zderzenia	1.10, 3.5, 12.3	a. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Zderzenia niesprężyste – przekaz pędu i energii kinetycznej
59-61	Zasady dynamiki bryły sztywnej	2.1, 2.2, 2.4, 12.3	a. Lekcja wirtualna – Dynamika bryły sztywnej b. Film – Krążki na równi
62-64	Prawo zachowania momentu pędu. Podsumowanie zasad zachowania w mechanice	2.3, 2.4, 2.6, 2.9, 12.3	a. Film – Zasada zachowania energii b. Animacja – Zasada zachowania momentu pędu
65-67	Statyka	2.6, 2.7, 2.8	
68-69	Ciśnienie. Hydro- i aerostatyka	-----	a. Lekcja wirtualna - Termodynamika

70-71	Model gazu doskonałego i podstawowe równanie teorii kinetycznej gazu	5.1	a. Animacja – Gaz doskonały
72-74	Równanie stanu gazu doskonałego	5.2, 5.3, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5	
75-77	Temperatura. Rozszerzalność cieplna cieczy i ciał stałych. Konwekcja, przewodnictwo cieplne. Zasada ekwipartycji energii	5.4, 5.8, 12.4, 13.3	
78-79	Zerowa i I zasada termodynamiki.	5.5, 5.6	a. Lekcja wirtualna – Energia wewnętrzna, ciepło i praca
80-83	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izochoryczny i proces izobaryczny	5.6, 5.7, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5	a. Animacja – Przemiana izochoryczna b. Animacja – Przemiana izobaryczna c. Animacja – Proces izobaryczny
84-85	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izotermiczny i proces adiabaticzny	5.6, 5.7, 12.2, 12.4, 12.5	a. Animacja – Przemiana izotermiczna b. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Prawo gazowe c. Lekcja wirtualna – Prawo gazowe d. Animacja – przemiana adiabaticzna e. Animacja - Entropia
86-87	Cykl Carnota	5.10, 12.2	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Cykl Carnota b. Lekcja wirtualna – cykl Carnota c. Animacja – Cykl Carnota
88-90	Silniki cieplne	5.10	
91-93	II zasada termodynamiki	5.9	
94-95	Struktura ciał stałych	-----	a. Lekcja wirtualna – Stany skupienia materii
96-98	Zjawisko włoskowatości. Napięcie powierzchniowe. Menisk	1,11	
99-100	Przemiany fazowe. Zjawisko parowania	1.12, 12.4	
101-102	Dynamika płynów cz.1	-----	
103-104	Dynamika płynów cz.2	-----	
105-106	Prawo grawitacji Newtona	4.1	a. Lekcja wirtualna – Ciężenia powszechne
107-108	Pole grawitacyjne, natężenie pola	4.2, 4.3, 4.4, 12.2, 12.3	

109-110	Praca w polu grawitacyjnym, potencjał pola	4.5, 12.2, 12.3	
111-113	Prawa Keplera	4.8, 12.3, 12.4	a. Film – Prawa Keplera
114-115	Prędkości kosmiczne i ruch satelitów	4.6, 4.7, 4.9	
116-117	Ładunek. Prawo Coulomba	7.1, 12.3	a. Film – Elektryzowanie przez indukcję b. Film – Ładunki elektryczne
118-119	Pole elektrostatyczne. Natężenie pola	7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 12.2, 12.3	
120-123	Praca w polu elektrostatycznym. Potencjał i energia pola	7.7, 7.10, 1.11, 1.12, 12.3	
124-127	Pojemność elektryczna i kondensator płaski	7.7, 7.8, 7.9, 12.3	
128-129	Dielektryki	7.9	
130-133	Napięcie i siła elektromotoryczna — SEM . Natężenie prądu elektrycznego Prawo Ohma. Prawo Joule’a-Lenza (eksperyment uczniowski)	8.1, 8.2, 8.3, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 13.4, 13.5	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Prawo Ohma b. Lekcja wirtualna – Prawo Ohma c. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Prawo Ohma d. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Prawo Kirchhoffa e. Lekcja wirtualna – Prawo Kirchhoffa f. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Prawo Kirchhoffa g. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Element nieliniowy w obwodzie czI h. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Element nieliniowy w obwodzie czII
134-135	Mikroskopowy obraz prądu elektrycznego	8.7	
136-137	Obwody elektryczne Pomiary elektryczne	8.4, 8.5, 8.6, 12.3	a. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Pomiar oporu wewnętrznego woltomierza
138-140	Prąd w cieczech Ogniwa galwaniczne i akumulatory	8.1	a. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Charakterystyka napięciowo-prądowa ogniwa
KLASA 3			

1-2	Pole magnetyczne. Siła Lorentza	9.1, 9.2, 13.4	b. Film – Magnes sztabkowy Film – Pole magnetyczne 2 c. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Zjawisko Halla d. Lekcja wirtualna – Zjawisko Halla e. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Ruch ładunku elektrycznego f. Lekcja wirtualna – Ruch ładunku elektrycznego g. Ćwiczenie interaktywne – Ruch cząstki w polu magnetycznym h. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Efekt Halla i. Film – Siła elektrodynamiczna j. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Siła elektrodynamiczna k. Lekcja wirtualna – Siła elektrodynamiczna
3-5	Prawo Ampère'a i Biota-Savarta	9.3	
6-8	Przewodnik w polu magnetycznym. Przyrządy magnetoelektryczne. Silnik elektryczny.	9.3, 9.6, 9.7,	a. Film – Przewodnik z prądem b. Film – Przewodnik z prądem 3
9-10	Magnetyki. Dia-, para- i ferromagnetyki. Magnesy stałe	9.4, 9.5	
11-14	Indukcja elektromagnetyczna. Prawo Faradaya. Prawa Maxwella	9.8, 9.9, 9.10, 12.3,	a. Film – Indukcja elektromagnetyczna
15-16	Samoindukcja i indukcyjność obwodów	9.14, 9.11	a. Film - Samoindukcja
17-20	Oscylator harmoniczny	6.1, 6.2, 6.4, 12.2, 12.3	
21-24	Wahadło matematyczne i fizyczne. Drgania wymuszone. Rezonans	6.3, 6.5, 6.6, 6.7, 12.2, 12.3, 12.4, 13.2	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Ruch harmoniczny b. Lekcja wirtualna – Ruch harmoniczny
25-27	Równanie fali harmonicznej. Energia i natężenie fali	6.7, 6.8, 12.2, 12.3	a. Ćwiczenie interaktywne - Składanie drgań podłużnych – dudnienia b. Ćwiczenie interaktywne - Składanie drgań poprzecznych - figury Lissajous

28-30	Interferencja i dyfrakcja fal. Zasada Huygensa	6.9, 6.10, 6.11, 6.12	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Rura Kundta b. Lekcja wirtualna – Rura Kundta
31-35	Elementy akustyki	6.12, 12.4, 13.6	
36-39	Efekt Dopplera	6.13	a. Film – Efekt Dopplera b. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Efekt Dopplera c. Lekcja Wirtualna – Efekt Dopplera d. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Efekt Dopplera
40-43	Obwód drgający LC Rezonans	9.13,12.3	
44-45	Obwód RLC	9.13	a) Wirtualne ćwiczenie w LabView – Drgania rezonansowe w obwodzie RLC b) Lekcja wirtualna - Drgania rezonansowe w obwodzie RLC c) Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Wykres w skali logarytmicznej. Krzywa rezonansowa obwodu RLC
46-48	Prąd przemienny. Moc i energia	9.13, 12.3	
49-50	Przyrządy i mierniki prądu przemiennego.	9.12	
51-52	Prostowanie prądu	9.15	
53	Widmo fal elektromagnetycznych.	10.1, 10.2, 12.4	
54-55	Promieniowanie fal elektromagnetycznych. Podstawy łączności radiowej i telewizyjnej	10.1	
56	Dyspersja światła. Załamanie i odbicie światła	10.5, 13.8	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Załamanie światła. Pryzmat. b. Lekcja wirtualna - Załamanie światła. Pryzmat. c. Film – Światłowód d. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Prawo Snelliusa e. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Przejście światła przez pryzmat czI f. Ćwiczenie interaktywne „półprodukt” – Przejście światła przez pryzmat czII

57-60	Interferencja i dyfrakcja światła. Polaryzacja światła. Wykorzystanie tych zjawisk w technice przyrządów optycznych	10.6, 10.7, 13.7	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Interferometr Michelsona b. Lekcja wirtualna - Interferometr Michelsona c. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Kąt Brewstera d. Lekcja wirtualna - Kąt Brewstera
61-62	Holografia (nadobowiązkowo)	-----	
63-64	Zwierciadła	10.6	
65-66	Pryzmat	10,7, 12.5	
67-68	Soczewki	10,8, 10.9, 12.3, 12.4, 12.5, 13.9	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Obrazowanie za pomocą soczewki b. Lekcja wirtualna – Obrazowanie za pomocą soczewki
69-71	Przyrządy optyczne.	10.9,12.4	
72	Promieniowanie ciała doskonale czarnego	-----	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Ciało doskonale czarne b. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Ciało doskonale czarne c. Animacja – Ciało doskonale czarne d. Interaktywne ćwiczenie – Ciało doskonale czarne e. Lekcja wirtualna – Ciało doskonale czarne
73-74	Zjawisko fotoelektryczne, fotony. Dualistyczna natura światła i cząstek materii	11.1, 11.2, 11.3, 10.5, 12.3	a. Wirtualne ćwiczenie w LabView – Efekt fotoelektryczny b. Lekcja wirtualna – Efekt fotoelektryczny c. Rzeczywiste ćwiczenie obsługiwane przez internet SILF – Zjawisko fotoelektryczne
75-76	Specyfika obiektów kwantowych Relacje nieoznaczoności Heisenberga.	11.3	
77-78	Model Bohra atomu wodoru. Współczesny model atomu	11.5	a. Film – Model atomu Bohra
79-80	Promieniowanie światła przez atomy	11.3	
81-82	Lasery	-----	

83-84	Wstęp do teorii względności i postulaty Einsteina.	-----	
85-86	Dylatacja czasu	-----	a. Interaktywne ćwiczenie – Dylatacja czasu b. Interaktywne ćwiczenie – Wyprawa w kosmos
87-88	Transformacje Lorentza	-----	
89-90	Czasoprzestrzeń	-----	
91-92	Dynamika relatywistyczna. Zasada korespondencji	-----	
93-94	Przewodnictwo elektronowe metali.	-----	
95-96	Przewodnictwo półprzewodników	-----	
97-98	Dioda, tranzystor i obwody scalone	9.15	
99-100	Urządzenia elektroniczne — wideo i audio	-----	

Wymagania zapisane w punktach 12.6, 12.7 stosują się do wszystkich tematów, podczas których wykonywane są doświadczenia i ich analiza.

Punkt 12.8 stosuje się do tematów nadobowiązkowych i innych gdzie uczeń analizuje teksty źródłowe.

2.5. Cele operacyjne – (wymagania szczegółowe)

Przedstawione w tabelach treści są zgodne z *Podstawą programową*, a osiągnięcia ucznia zostały przygotowane z uwzględnieniem wszystkich standardów egzaminacyjnych.

Kl. 2. (140 lekcji)

Wiadomości wstępne (1 lekcja)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
1-2	Co jest przedmiotem fizyki? Układ jednostek SI	Przedmiot badań fizyki, podstawowej nauki przyrodniczej. Zakres i zasięg badań fizyki (w skali makroskopowej, mikroskopowej i kosmicznej). Uniwersalność podstawowych oddziaływań. Metoda badawcza fizyki, dzięki której fizyka osiągnęła spektakularne sukcesy w poznaniu otaczającego świata. Związek fizyki z innymi naukami i z filozofią przyrody. Matematyka jako „język fizyki”. Pomiar — podstawowa metoda badawcza fizyki. Układ jednostek SI oraz wzorce jednostek. Pochodzenie przyjętych jednostek.	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia nauki ścisłe od innych, umiejscawia fizykę w systemie innych nauk, wykazuje, że podstawową rolę w badaniach fizyki odgrywa matematyka oraz doświadczenie fizyczne, odróżnia pomiar fizyczny od obserwacji jakościowej, zna podstawowe jednostki układu SI i ich wzorce. 	<ul style="list-style-type: none"> zna pochodzenie podstawowych jednostek układu SI i ich wzorce, wie, dlaczego przyjęto takie, a nie inne jednostki podstawowe. 	Wiadomości wstępne powinny być podane w szczególnie atrakcyjny sposób, aby zaintrygować i zachęcić uczniów do nauki fizyki.

Kinematyka punktu materialnego (20 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
3-4	Ruch jednostajny prostoliniowy	Definicja prędkości średniej i chwilowej, przykłady tych wielkości. Pojęcia: droga , przemieszczenie i położenie (we wzorze $s = s_0 + vt$). Wykresy wielkości kinematycznych. Interpretacja graficzna wzoru $s = vt$ z wykorzystaniem wykresu zależności prędkości od czasu.	<ul style="list-style-type: none"> oblicza położenie i drogę przebytą przez różne pojazdy poruszające się z określonymi prędkościami, odróżnia prędkość chwilową od prędkości średniej, przedstawia na wykresie zależność od czasu: położenia, przemieszczenia i drogi oraz prędkości w ruchu jednostajnym prostoliniowym. 	<ul style="list-style-type: none"> definiuje ściśle matematycznie prędkość chwilową. 	Lekcja ułatwi późniejsze zrozumienie wielu zagadnień; np. rzutów, gdzie odróżnienie drogi od współrzędnej położenia ciała ma istotne znaczenie. Wyjaśnienie metody „graficznego całkowania” zaowocuje zrozumieniem wielu problemów.



Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
5-9	Ruch jednostajnie przyspieszony prostoliniowy	Definicje przyspieszenia średniego i chwilowego. Wzory na prędkość i położenie ciała w ruchu jednostajnie przyspieszonym – wyprowadzenie metodą analityczną i graficzną. Wykresy tych zależności. Przykłady popularnych zjawisk z życia codziennego uwiadaczające możliwość ścisłego opisanie i precyzyjnego przewidzenia skutków stanu ruchu ciała	<ul style="list-style-type: none"> definiuje przyspieszenie i stąd wyprowadza zależność prędkości od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym, przedstawia graficznie zależności $v(t)$ i $s(t)$ w ruchu jednostajnie przyspieszonym. 	<ul style="list-style-type: none"> definiuje ściśle matematycznie przyspieszenie chwilowe. 	Dzięki omówieniu konkretnych przykładów, uczniowie mogą dowiedzieć się, ile ciekawych informacji można uzyskać z dwóch podstawowych wzorów (na prędkość i drogę).
10-11	Swobodne spadanie – (eksperyment uczniowski)	Pomiar czasu swobodnego spadania ciał o różnych masach (powtórzenie słynnego doświadczenia Galileusza). Podstawowe pojęcia i wzory rachunku niepewności pomiarowych. Zastosowanie rachunku niepewności pomiarowych w wykonywanym przez uczniów doświadczeniu.	<ul style="list-style-type: none"> mierzy przyspieszenie w ruchu jednostajnie zmiennym, ocenia niepewność pomiaru bezpośredniego i pośredniego wielkości złożonej. 	<ul style="list-style-type: none"> docenia wagę i znaczenie dla fizyki doświadczeń Galileusza. 	Lekcja stwarza okazję do kształcenia u uczniów umiejętności obserwacji zjawisk i wykonywania pomiarów
12-13	Ruch jednostajnie opóźniony prostoliniowy	Równania położenia i prędkości w ruchu jednostajnie opóźnionym. Analiza rzutu pionowego w górę. Wspólne równanie w określonym układzie współrzędnych dla tego ruchu w obydwu fazach.	<ul style="list-style-type: none"> oblicza wielkości charakteryzujące ruch jednostajnie zmienny, np. drogę hamowania przy zadanej prędkości początkowej, prędkość uderzenia w przeszkodę; itp. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi się zachwycić precyzją i adekwatnością matematyczną opisu ruchu. 	
14-15	Wektory i skalary	Matematyczna definicja wektora i jej związek z przykładami wektorów w fizyce. Wielkości skalarne. Składanie i rozkładanie wektorów. Składanie wektorów na przykładzie wektorów przemieszczenia. Zasada niezależności ruchów, składanie i rozkładanie prędkości. Odejmowanie wektorów, wektor przemieszczenia, jako różnica wektorów położenia. Mnożenie i dzielenie wektora przez skalar. Wektory prędkości średniej i chwilowej i ich kierunek względem toru. Wektory przyspieszenia chwilowego i jego kierunek względem toru, przyspieszenie styczne i normalne do toru.	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia wielkości wektorowe od wielkości skalarnych, rozkłada wektory na składowe wzdłuż zadanych kierunków, dodaje i odejmuje wektory graficznie. 	<ul style="list-style-type: none"> rozkłada i składa wektory w przestrzeni trójwymiarowej dla prostych przypadków. 	
16-17	Pomiary parametrów ruchu ciała na równi pochyłej (eksperyment uczniowski)	Doświadczenia – badanie ruchu jednostajnie przyspieszonego ciała zsuwającego się z równi pochyłej.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę niezależności ruchów w zadaniach, w których występuje konieczność złożenia lub rozłożenia ruchów na ruchy składowe 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje, które z pomiarów cząstkowych mają istotny wpływ na niepewność pomiaru wyniku końcowego doświadczenia i potrafi odpowiednio je sklasyfikować, dostosowuje skalę wartości na osi współrzędnych w celu przekształcenia wykresu będącego parabolą w wykres będący linią prostą, ocenia, jak wysoki jest stopień zgodności uproszczonej teorii ruchu z rzeczywistym przebiegiem tego doświadczenia. 	Uczniowie naocznie przekonują się, że droga s w tym ruchu jest funkcją kwadratową czasu, gdyż otrzymany wykres $s(t)$ przedstawia rzeczywiście parabolę. Uświadomienie uczniom konieczności stosowania wektorów; w szczególności wektora prędkości i przyspieszenia . Rozkład tych wektorów w ruchu ciała na równi pochyłej. Doświadczenie umacnia przekonanie uczniów w tym, że opis matematyczny stosowany w fizyce ma ścisły związek z rzeczywistością.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
18-20	Rzut poziomy	Rzut poziomy w układzie współrzędnych Oxy (rozkład na dwa niezależne ruchy w poziomie i pionie). Równanie parametryczne: $y(t)$, $x(t)$ oraz równanie toru jako funkcji $y = f(x)$. Tor ruchu – parabola.	<ul style="list-style-type: none"> dokonyuje analizy ruchu krzywoliniowego, którym jest rzut poziomy, jako dwóch niezależnych ruchów, w szczególności: w poziomie — jednostajnego i w pionie — jednostajnie przyspieszonego, oblicza położenie ciała i prędkość w różnych punktach toru oraz zasięg rzutu. 	<ul style="list-style-type: none"> wybiera najdogodniejszy układ odniesienia do rozwiązywania konkretnego zadania fizycznego związanego z rzutem poziomym. 	
21-22	Ruch jednostajny po okręgu	Związek prędkości liniowej i kątowej. Wzór na przyspieszenie dośrodkowe. Przykład ruchu punktu położonego na kole roweru rozpatrywanego w dwóch różnych układach odniesienia; cykloida.	<ul style="list-style-type: none"> dostrzega ruchy jednostajne po okręgu w swoim otoczeniu, dostrzega to, że satelita geostacjonarny ma tę samą prędkość kątową co Ziemia, posługuje się wielkościami charakterystycznymi dla ruchu po okręgu, co ułatwi w przyszłości opanowanie pojęć ruchu drgającego harmonicznego. 	<ul style="list-style-type: none"> wykreśla cykloidę, korzystając z przedstawienia ruchu po okręgu w dwóch różnych układach odniesienia. 	Uświadomienie uczniom, że zależności występujące w ruchu po okręgu mają szerokie zastosowanie, w szczególności przy rozpatrywaniu ruchów ciał kosmicznych i lotów satelitarnych. Przykład ruchu punktu położonego na kole roweru wdraża uczniów do elastyczności myślenia. Pokazuje, jak mocno różnią się opisy zjawiska obserwowanego w różnych układach odniesienia.

Dynamika (23 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
23-25	Pierwsza i druga zasada dynamiki Newtona	Dynamika na przestrzeni dziejów. Wpływ odrzucenia krępujących idei Arystotelesa na rozwój fizyki. Zasady dynamiki Newtona. Możliwość wyróżnienia spośród różnych układów – układów inercjalnych dzięki tym zasadom.	<ul style="list-style-type: none"> rozróżnia rozmaite rodzaje sił i wyodrębnić siły tarcia, określa układy inercjalne i wyjaśnić na czym polega względność ruchu, definiuje pojęcie siły, wyróżnia w konkretnych przypadkach skutki statyczne i dynamiczne działania siły, odróżnia pojęcie ciężaru od masy. 		<p>Pierwsza zasada dynamiki Newtona ukazana na tle odrzucenia idei Arystotelesa o naturalnym trwaniu ciała w bezruchu.</p> <p>Druga zasada dynamiki Newtona przedstawiona w powiązaniu z analizą pojęcia siły. Ugruntowanie odróżnienia ciężarem od masą. Te dwa pojęcia często są mylone.</p>
26-29	Pomiary sił (eksperyment uczniowski)	Doświadczenie — pomiar przyrostu długości sprężyny pod wpływem zawieszonych na niej ciężarków (skutek statyczny działania siły w sprężynie), Ważny związek między siłą sprężystą a odkształceniem, który wielokrotnie jest spotykany w dalszej nauce fizyki. Doświadczenie –rozkład sił działających na ciało na równi pochyłej.	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza wartość siły, mierząc wydłużenie sprężyny, posługuje się siłomierzem, prawidłowo przedstawia rozkład sił na równi pochyłej (często stosowany przy rozwiązywaniu zadań). 		Uczeń utwierdza się w przekonaniu, że często stosowany przy rozwiązywaniu zadań rozkład sił na równi pochyłej realizuje się w rzeczywistości. Doświadczenie jest łatwe do zorganizowania, ponieważ siłomierzy i odważników zwykle w szkole nie brakuje. Wyznaczenie sił na równi pochyłej wymaga dysponowania typowym zestawem szkolnym do mechaniki oraz w części dynamicznej — torem z poduszką powietrzną. W szkołach nie dysponujących odpowiednim funduszem na zakup takiego wyposażenia można wykorzystać zaimprovizowaną równię pochyłą, minimalizując tarcie.
30-32	Trzecia zasada dynamiki Newtona, pęd i popęd	Wzajemność wszelkich oddziaływań. Druga zasada dynamiki jako związek między pędem i popędem.	<ul style="list-style-type: none"> prawidłowo stosuje zmianę pędu w drugiej zasadzie dynamiki i na tej podstawie wyznacza wartość siły, uzasadnia stwierdzenie, że aby na ciało mogła zadziałać siła, konieczne są przynajmniej dwa ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje pozorne paradoksy, typu „chłopiec ciągnie sanki z określoną siłą, sanki działają na chłopca taką samą siłą co do wartości, lecz przeciwnie skierowaną — dlaczego sanki w ogóle się poruszają?”. 	Należy podkreślić, że ujęcie drugiej zasady dynamiki w postaci związku między pędem i popędem ma bardzo ważne zastosowania, w szczególności przy zderzeniach, w teorii kinetyczno-cząsteczkowej i w fizyce cząstek elementarnych.
33-34	Zasada zachowania pędu	Zasada zachowania pędu jako fundamentalna zasada związana z symetrią przestrzeni. Przykłady funkcjonowania tej zasady.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo zachowania pędu w zadaniach. 	<ul style="list-style-type: none"> przytacza argumenty potwierdzające fakt, że prawo zachowania pędu wynika z symetrii przestrzeni (translacji). 	Należy podkreślić, że prawo zachowania pędu należy do kilku fundamentalnych praw zachowania.
35-36	Środek masy	Definicja środka masy. Obliczanie położenia środka masy w różnych układach.	<ul style="list-style-type: none"> wie, że do opisu zachowania się układu ciał w wielu przypadkach wystarczy rozważyć zachowanie się tylko środka masy, oblicza położenie środka masy w prostych przypadkach, rozwiązuje zadania w układzie środka masy. 		Należy zwrócić uwagę na powiązanie treści lekcji z uprzednio poznany prawem zachowania pędu oraz z poznany w gimnazjum pojęciem środka ciężkości

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
37-39	Sily bezwładności.	Układy nieinercyjne. Pomiar sił bezwładności w windzie.	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania z zakresu dynamiki, stosując układ nieinercyjny. 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnia, dlaczego siły bezwładności nie należą do fundamentalnych oddziaływań. 	Dobre zrozumienie sił bezwładności w układach nieinercyjnych pozwala uprościć rozwiązania wielu zadań. Wykonanie pomiaru sił bezwładności w windzie można zlecić uczniom jako zadanie domowe (tam, gdzie jest to możliwe). Stwarza to okazję do kształcenia u uczniów umiejętności samodzielnego zaplanowania doświadczenia.
40-42	Sily w ruchu po okręgu	Siły w ruchu po okręgu w układzie inercyjnym i nieinercyjnym.	<ul style="list-style-type: none"> wyróżnia siłę dośrodkową lub odśrodkową (w układzie nieinercyjnym) w różnych przypadkach ruchu po okręgu, rozwiązuje zadania z zakresu dynamiki ruchu po okręgu, stosując zarówno układ inercyjny, jak i nieinercyjny. 		Należy zwrócić uwagę na to, że siła odśrodkowa jest siłą bezwładności i jako taka może być rozpatrywana tylko w układzie nieinercyjnym.
43-45	Tarcie i opory ruchu ciała w płynie – cieczy i gazie	Przykłady występowania tarcia. Różne rodzaje tarcia. Związek między siłą tarcia i siłą nacisku. Współczynnik tarcia. Opory ruchu ciała w płynie	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia tarcie statyczne od kinetycznego, podaje, jaka jest rola tarcia i gdzie jest ono korzystne, a gdzie niekorzystne, wymienia sposoby, które stosuje się dla zmniejszania i zwiększania tarcia rozwiązuje proste zadania z dynamiki z uwzględnieniem siły tarcia. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego występuje siła tarcia na styku dwóch ciał i dlaczego zależy ona od nacisku jednego ciała na drugie 	Powszechne występowanie tarcia stwarza konieczność dokładnego omówienia tego zjawiska z uwzględnieniem rodzajów tarcia, jego skutków, a także przyczyn jego istnienia.

Praca. Energia. Moc (13 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
46-48	Praca i moc.	Wzór na pracę oraz przedstawienie go w postaci iloczynu skalarnego wektorów siły i przemieszczenia.	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę nie tylko w przypadku, gdy działa stała siła, ale również w prostych przypadkach, gdy siła zmienia się liniowo wzdłuż przemieszczenia. 		<p>Oprócz podstawowych wzorów dotyczących pracy i mocy, uczeń poznaje ponownie użyteczność metody „graficznego całkowania” w przypadku obliczania pracy, gdy siła nie jest stała.</p> <p>W szkołach, w których iloczyn skalarny nie jest omawiany na lekcjach matematyki, należy wprowadzić to pojęcie.</p>
49-52	Energia mechaniczna	Pojęcie energii. Energia mechaniczna. Energia potencjalna i kinetyczna. Przykłady. Pojęcie sił zachowawczych.	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, na przykładzie, wzór na energię kinetyczną (wyprowadzić go w przypadku działania stałej siły), • wyprowadza wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym oraz w przypadku odkształcenia sprężyny. 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, dlaczego pojęcie sił zachowawczych odgrywa decydującą rolę przy stosowaniu pojęcia energii potencjalnej 	Energia jest niewątpliwie wielkością fizyczną trudną do ogólnego zdefiniowania. Dzięki stopniowemu wprowadzaniu tego pojęcia (najpierw energii potencjalnej, potem energii kinetycznej) i pokazaniu na przykładach, jak za pomocą pracy zmienia się energia, można dobrze ugruntować to bardzo ważne pojęcie fizyczne. Pojęcie sił zachowawczych spełnia istotną rolę przy omawianiu energii potencjalnej
53-56	Zasada zachowania energii	Przykłady układu zachowawczego oraz układu izolowanego (uprzednio już stosowanego przy okazji zasady zachowania pędu). Zadania i przykłady stosowania prawa zachowania energii.	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo zachowania energii w konkretnych zadaniach i przykładach, • analizuje zjawiska fizyczne z punktu widzenia bilansu energetycznego i wyróżnia poszczególne jego składniki. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje, jaki jest związek między symetrią translacyjną czasu a zasadą zachowania energii, • wyróżnia siły niezachowawcze i rozpraszanie energii. 	Zasada zachowania energii wymaga definicji układu zachowawczego oraz układu izolowanego uprzednio już omawianego przy okazji zasady zachowania pędu. Zadania i przykłady powinny przygotować ucznia do zrozumienia fundamentalnego prawa przyrody - prawa zachowania energii.
57-58	Zderzenia	Zderzenia doskonale sprężyste (zderzenia czołowe) i niesprężyste. Szczególny przypadek zderzenia sprężystego skośnego, gdy jedna z kul spoczywa. Przykład zderzenia skośnego dwóch protonów.	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawa zachowania pędu do zderzeń, • tłumaczy napęd odrzutowy stosowany np. w samolotach odrzutowych, • podaje przykłady zastosowania podstawowych praw zachowania pędu i energii zarówno w świecie makro-, jak i mikroskopowym. 		Informacje o powiązaniu zderzeń mechanicznych z fizyką współczesną, aby uwidocznić, że te same prawa zachowania pędu i energii działają zarówno w skali makroskopowej, jak i w mikroświecie.

Dynamika bryły sztywnej (8 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
59-61	Zasady dynamiki bryły sztywnej	Ruch obrotowy i postępowy bryły sztywnej. Moment bezwładności dla różnych brył symetrycznych i twierdzenie Steinera. Definicja podstawowych pojęć dynamiki bryły sztywnej. Energia kinetyczna bryły sztywnej. Zasady dynamiki bryły sztywnej.	<ul style="list-style-type: none"> definiuje bryłę sztywną, odróżnia ruch obrotowy od ruchu postępowego w konkretnych przypadkach, stosuje twierdzenie Steinera w zadaniach, stosuje zasady dynamiki bryły sztywnej do rozwiązywania zadań. 		<p>Przy okazji sformułowania wzoru na energię kinetyczną bryły sztywnej zostaje wprowadzony moment bezwładności. Dzięki temu uczeń widzi od razu przydatność stosowania tego pojęcia.</p> <p>Moment siły jest wprowadzony za pomocą pojęcia pracy. Podanie umowy o znaku momentu siły jest uproszczeniem koniecznym, gdyż dla bryły sztywnej nie wprowadza się formalizmu wektorowego.</p>
62-64	Prawo zachowania momentu pędu. Podsumowanie zasad zachowania w mechanice	Zasada zachowania momentu pędu. Analogie między pojęciami i wzorami mechaniki bryły sztywnej a pojęciami i wzorami mechaniki punktu materialnego. Przykłady zastosowania zasady zachowania momentu pędu w mechanice.	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania z wykorzystaniem bilansu energii i pracy dla ruchu obrotowego bryły sztywnej, wyjaśnia na podstawie prawa zachowania momentu pędu stałość okresu obrotu Ziemi. 		Należy zwrócić uwagę na fundamentalny charakter zasady zachowania momentu pędu, którą można przedstawić w kontekście pozostałych zasad zachowania w mechanice, co stwarza możliwość podsumowania wiadomości o fundamentalnych zasadach zachowania jako podstawy przyrodoznawstwa.
65-67	Statyka	Równowaga mechaniczna. Maszyny proste. Środek ciężkości i środek masy w różnych bryłach.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje równania statyki do rozwiązywania prostych zadań. 		Należy ukazać związek między dynamiką i statyką bryły sztywnej. Lekcja na ten temat stwarza ponadto możliwość podsumowania wiadomości z zakresu statyki, równowagi mechanicznej, środka ciężkości i masy.

Teoria molekularno-kinetyczna materii (10 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
68-69	Ciśnienie. Hydro- i aerostatyka	Powtórzenie i rozszerzenie wiadomości dotyczących ciśnienia, prawa Pascala i prawa Archimedesesa znanych uczniowi z gimnazjum.	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania wymagające umiejętności stosowania prawa Pascala oraz prawa Archimedesesa, oblicza siłę wyporu w cieczech i gazach. 		Poświęcenie jednej lekcji temu tematu jest celowe, ze względu na to, że w dalszej nauce uczeń będzie często korzystał z wiadomości dotyczących hydro- i aerostatyki.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
70-71	Model gazu doskonałego i podstawowe równanie teorii kinetycznej gazu	Równanie podstawowe teorii kinetycznej gazów. Kinetyczna interpretacja temperatury oraz jej aspekt fenomenologiczny.	<ul style="list-style-type: none"> na przykładzie modelu gazu doskonałego podaje, na czym polega podstawowa metoda badawcza fizyki — budowa modeli i ich weryfikacja doświadczalna. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje podstawowe równanie teorii kinetycznej do obliczania i porównania średnich prędkości cząsteczek różnych gazów w jednakowej temperaturze, jak również średnich prędkości cząsteczek tego samego gazu w różnych temperaturach. 	Model gazu doskonałego stwarza okazję do omówienia roli modeli w poznaniu przyrody.
72-74	Równanie stanu gazu doskonałego	Równanie stanu gazów doskonałych w postaci $pV = NkT$ oraz $pV = \nu RT$ (równanie Clapeyrona).	<ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie stanu gazów doskonałych do wyznaczenia masy określonego gazu przy znanych parametrach termodynamicznych, wyznacza jeden z parametrów (ciśnienia, objętości, temperatury) przy znanych pozostałych parametrach, wyznacza masę gazu ulatniającego się przy zmianie temperatury przy stałym ciśnieniu i stałej objętości, itp. 	<ul style="list-style-type: none"> pokazuje, że równanie stanu gazów doskonałych wynika z modelu gazu doskonałego. 	Należy pokazać, że równanie stanu gazów doskonałych wynika z modelu gazu doskonałego.
75-77	Temperatura. Rozszerzalność cieplna cieczy i ciał stałych. Konwekcja, przewodnictwo cieplne. Zasada ekwipartycji energii	Termometry. Pomiar temperatury. Wzory opisujące zjawisko rozszerzalności cieplnej dla trzech podstawowych stanów skupienia materii. Opis konwekcji i przewodnictwa cieplnego. Zasada ekwipartycji energii dla cząsteczek gazów jedno-, dwu- i trójatomowych.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzory opisujące rozszerzalność cieplną w konkretnych zadaniach, np. do wyznaczenia zmiany długości szyny kolejowej lub przęsła mostu pod wpływem zmiany temperatury, podaje główne składniki energii wewnętrznej gazu i w ten sposób pokazuje, że jest ona sumą wszystkich składników energii elementów wchodzących w skład układu. tłumaczy zjawisko konwekcji i przewodnictwa cieplnego na podstawie rozważań kinetyczno-molekularnych. 		Wprowadzenie wzoru opisującego rozszerzalność cieplną , począwszy od gazów, pozwala na uświadomienie uczniom uniwersalności jego zastosowania do trzech podstawowych stanów skupienia materii. Zasada ekwipartycji energii ułatwi wprowadzenie pojęcia energii wewnętrznej jako składnika I zasady termodynamiki.

Termodynamika (16 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
78-79	Zerowa i I zasada termodynamiki.	Pojęcia: energia wewnętrzna, ciepło i praca. Pierwsza zasada termodynamiki.	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia pojęcie ciepła od pojęcia energii wewnętrznej, • stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania zadań. 		Lekcje tego działu należy powiązać z teorią kinetyczną gazów.
80-83	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izochoryczny i proces izobaryczny	Proces izochoryczny i izobaryczny w powiązaniu z I zasadą termodynamiki. Przyrost energii wewnętrznej w procesie izochorycznym i w pozostałych procesach gazowych. Równanie Mayera. Ciepło molowe.	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza parametry termodynamiczne w procesach izochorycznym i izobarycznym oraz wyznacza związane z tym zmiany energii, • posługuje się pojęciem ciepła molowego. 		Na podkreślenie zasługuje fakt, że wzór termodynamiczny na przyrost energii wewnętrznej stosuje się do wszystkich procesów gazowych, chociaż jest zwykle wyprowadzany dla procesu izochorycznego. Proces izobaryczny stwarza okazję do wprowadzenia równania Mayera.
84-85	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izotermiczny i proces adiabatyczny	Proces izotermiczny i adiabatyczny w powiązaniu z I zasadą termodynamiki. Wzór na pracę w procesie adiabatycznym.	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza zmieniające się parametry termodynamiczne w procesach izotermicznych, • opisuje proces adiabatyczny oraz zmiany energii w tym procesie. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza niektóre parametry termodynamiczne w procesie adiabatycznym oraz związane z tym zmiany energii. 	Proces adiabatyczny powinien być przedstawiony w powiązaniu z procesem izotermicznym. Wzór na pracę w procesie adiabatycznym będzie stosowany na dalszych lekcjach i nie można go tu pominąć. Konieczność pominięcia wzoru na pracę w procesie izotermicznym wynika z braku wiedzy uczniów o logarytmach.
86-87	Cykl Carnota	Opis poszczególnych procesów termodynamicznych w cyklu Carnota. Wzór na wydajność cyklu.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, że cykl Carnota jest podstawowym cyklem, • wykazuje, że dowolny cykl da się rozłożyć na elementarne cykle Carnota, jak również, że cykl ten ma największą wydajność, • oblicza wydajność cykli termodynamicznych. 		Należy podkreślić, że cykl Carnota spełnia szczególną rolę zarówno w termodynamice, jak i w technice cieplnej i dlatego jest godny tego, aby się z nim dobrze zapoznać.
88-90	Silniki cieplne	Opis pracy silnika spalinowego. Cykl Otta.		<ul style="list-style-type: none"> • analizuje pracę silnika spalinowego, korzystając z pojęć termodynamicznych. 	Opis pracy silnika spalinowego uatrakcyjnia naukę i pokazuje przydatność termodynamiki w powszechnie stosowanej technice współczesnej.
91-93	II zasada termodynamiki	Procesy w rzeczywistej i idealnej maszynie chłodniczej oraz rzeczywistym i nierealnym idealnym silniku cieplnym. Druga zasada termodynamiki. Kierunek przemian w przyrodzie. Entropia.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, że druga zasada termodynamiki określa kierunek procesów fizycznych i niemożność zbudowania perpetuum mobile drugiego rodzaju, • posługuje się pojęciem entropii. 	<ul style="list-style-type: none"> • tłumaczy związek pojęcia entropii z prawdopodobieństwem stanu, wynikającym z zasad statystycznych. 	Drugą zasadę termodynamiki należy zilustrować schematami procesów w rzeczywistej i idealnej maszynie chłodniczej oraz w rzeczywistym i nierealnym silniku cieplnym.

Stany skupienia materii (7 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
94-95	Struktura ciał stałych	Elementarne wiadomości na temat budowy ciał krystalicznych i bezpostaciowych.		<ul style="list-style-type: none"> opisuje i wyjaśnia podstawowe typy struktur krystalicznych takich jak NaCl Feγ i Feα. 	Należy podkreślić, że większość powszechnie znanych metali ma budowę krystaliczną.
96-98	Zjawisko włoskowatości. Napięcie powierzchniowe. Menisk	Zjawisko napięcia powierzchniowego w cieczach, menisk i włoskowatość.		<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pochodzenie sił napięcia powierzchniowego w cieczach, podaje przykłady zjawisk, w których występują siły powierzchniowe, nazwa różne rodzaje menisków i wskazuje powiązanie ich z siłami międzycząsteczkowymi, wyjaśnia zjawisko włoskowatości, oblicza różnicę poziomów cieczy w naczyniach włosowatych. 	
99-100	Przemiany fazowe. Zjawisko parowania	Zjawisko parowania i przemian fazowych.		<ul style="list-style-type: none"> interpretuje wykres równowagi faz, wyjaśnia, na czym polega zjawisko parowania w aspekcie budowy cząsteczkowej ciał w różnych stanach skupienia materii. 	

Dynamika płynów (4 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
101-102	Dynamika płynów cz.1	Elementy dynamiki płynów. Lepkość, wzór Stokesa $F_r = 6\pi r v$. Równanie ciągłości.		<ul style="list-style-type: none"> • opisuje, skąd się bierze tarcie wewnętrzne przy ruchu ciała w płynie, • opisuje wzór Stockesa i podaje, gdzie ma on zastosowanie. 	
103-104	Dynamika płynów cz.2	Elementy dynamiki płynów. Równanie pędów dla przepływu doskonałego płynu ściśliwego i równanie Bernoulliego.		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego ciała o opływowych kształtach poruszające się w płynach doznają mniejszego oporu ośrodka niż pozostałe ciała, • wyjaśnia zasadę działania dyszy, • wyjaśnia zasadę działania skrzydła samolotu. 	

Grawitacja (11 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
105-106	Prawo grawitacji Newtona	Droga dojścia Newtona do odkrycia prawa grawitacji. Powszechność prawa grawitacji.	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje proste zadania wymagające zastosowania prawa grawitacji. 	<ul style="list-style-type: none"> przycacza rozumowanie Newtona, które doprowadziło do odkrycia prawa grawitacji. 	Należy pokazać drogę dojścia Newtona do odkrycia prawa grawitacji. Dzięki temu uczeń ma możliwość wglądu w warsztat naukowy wielkiego człowieka.
107-108	Pole grawitacyjne, natężenie pola	Natężenie pola – definicja i rola. Pojęcia: masa grawitacyjna i bezwładna. Wyznaczanie masy ciał kosmicznych: Słońca, Ziemi i Księżyca.	<ul style="list-style-type: none"> definiuje natężenie pola grawitacyjnego i porównuje różne pola za pomocą tego pojęcia, wyznacza masy ciał kosmicznych z danych astronomicznych. 	<ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: masa grawitacyjna i masa bezwładna. 	Uczniowie poznają sposób na porównywanie różnych pól grawitacyjnych (które pole jest „silniejsze”, a które „słabsze”) za pomocą pojęcia natężenia pola. Ponadto poznają, że masa „ma niejedno oblicze” oraz że ma zadziwiającą własność ujętą w zasadzie równoważności, na podstawie której Einstein zbudował ogólną teorię względności . Uczeń poznaje zdumiewającą potęgę prawa grawitacji, gdyż — nie wychodząc z czterech ścian klasy — może wyznaczyć („zważyć”) masę takich olbrzymich ciał kosmicznych, jak Słońce, Ziemia czy Księżyc.
109-110	Praca w polu grawitacyjnym, potencjał pola	Praca przesunięcia ciała próbnego w polu grawitacyjnym. Potencjał pola. Wyrażenie pracy za pomocą różnicy potencjałów.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na pracę w polu grawitacyjnym do rozwiązywania zadań. uzasadnia wzór na pracę w polu grawitacyjnym. Posługuje się pojęciem potencjału pola grawitacyjnego w rozwiązywaniu zadań. 		Standardowo należy ograniczyć się do przedstawienia wzoru, szkicując jego pochodzenie, posługując się pojęciem średniej geometrycznej (na zajęciach dodatkowych można wyprowadzić wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą „graficznego całkowania”). Dobre przyswojenie pojęcia potencjału ułatwi później uczniowi zrozumienie potencjału pola elektrycznego.
111-113	Prawa Keplera	Prawa Keplera dotyczące ruchu planet.	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje słuszność drugiego i trzeciego (dla orbit kołowych) prawa Keplera, korzystając z zasady zachowania momentu pędu i prawa grawitacji. 		II prawo Keplera może być przedstawione jako przykład zasady zachowania momentu pędu.
114-115	Prędkości kosmiczne i ruch satelitów	Pierwsza i druga prędkość kosmiczna. Wyprowadzenie wzorów na te prędkości.	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania dotyczące obliczania prędkości i promieni orbit satelitów, wyprowadza wzory na pierwszą i drugą prędkość kosmiczną. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na trzecią prędkość kosmiczną. 	Prędkości kosmiczne są szczególnie atrakcyjne i łatwo jest tym tematem zaciekać uczniów. Warto wykorzystać ten fakt i wraz z uczniami zająć się w planowanie wypraw kosmicznych.

Pole elektrostatyczne (14 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
116-117	Ladunek. Prawo Coulomba	Podstawowe prawa dotyczące ładunku elektrycznego — prawo Coulomba i prawo zachowania ładunku. Porównanie ilościowe oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego.	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje prawo Coulomba, wykazuje, że pole grawitacyjne jest niezwykle słabe w porównaniu z elektrycznym, podaje przykłady zasady zachowania ładunków. 		Należy wykorzystać zjawisko anihilacji i kreacji elektronów dla ilustracji zasady zachowania ładunku. Należy zwrócić uwagę na odróżnienie prawa zachowania od prawa niezmienniczości ładunku elektrycznego.
118-119	Pole elektrostatyczne. Natężenie pola	Pojęcia: pole elektryczne i natężenie pola. Analogie między polem elektrostatycznym i grawitacyjnym. Zasada superpozycji na przykładzie dipola. Doświadczenie ilustrujące linie pola elektrycznego.	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza wektor natężenia pola elektrycznego przy różnym rozkładzie ładunków punktowych. 		Należy podkreślić realny substancjalny (oddziaływanie, energia) charakter pola. Doświadczenie ilustrujące linie pola elektrycznego można z łatwością przeprowadzić, a warto, gdyż pokazuje, że linie pola dają się unaocznić.
120-123	Praca w polu elektrostatycznym. Potencjał i energia pola	Zachowawczy charakter sił elektrycznych. Potencjał. Przewodnik w polu elektrycznym. Działanie piorunochronów oraz problem bezpieczeństwa przy posługiwaniu się urządzeniami elektrycznymi. Zasada działania generatora Van de Graaffa.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje pojęcie potencjału do obliczania pracy i energii, wyjaśnia rozkład ładunków w przewodnikach, opisuje działanie piorunochronu. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje działanie generatora Van de Graaffa. 	Nieznajomość całkowania uniemożliwia wyprowadzenie wzoru na pracę w sposób łatwy. Dlatego należy ograniczyć się do przedstawienia wzoru, skicując tylko jego pochodzenie (średnia geometryczna). Należy zwrócić uwagę uczniów na to, że dzięki potencjałowi możliwe jest równoważne (do natężenia) opisanie pola elektrostatycznego. Zasada działania generatora Van de Graaffa może posłużyć później do ilustracji siły elektromotorycznej.
124-127	Pojemność elektryczna i kondensator płaski	Pojemność elektryczna. Kondensatory i ich łączenie. Wyprowadzenie wzorów na pojemność zastępczą kondensatorów. Łączenie kondensatorów.	<ul style="list-style-type: none"> oblicza pojemności różnych układów połączonych kondensatorów, wyjaśnia, w jakim celu łączy się kondensatory w praktyce. stosuje wzory na łączenie kondensatorów - typowe i nietypowe łączenie kondensatorów 		Temat pojemności elektrycznej i łączenia kondensatorów utrwała i rozszerza wiedzę uczniów zdobytą w gimnazjum. Na obecnym poziomie można przedstawić uczniom wyprowadzenia wzorów na pojemność zastępczą połączonych kondensatorów.
128-129	Dielektryki	Polaryzacja dielektryka.	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska związane z polaryzacją dielektryka w polu elektrycznym, wyjaśnia, dlaczego pole elektryczne zmienia się w obecności dielektryka. 		Tutaj powinna zaowocować znajomość pojęcia dipola, wcześniej przyswojona przez uczniów. Ułatwia to zrozumienie zjawisk występujących w dielektryku.

Prąd stały (11 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
130-133	<p>Napięcie i siła elektromotoryczna — SEM . Natężenie prądu elektrycznego Prawo Ohma. Prawo Joule'a-Lenza (eksperyment uczniowski)</p> <p>Ten temat trzeba zapisać krócej</p>	<p>Wielkości określające prąd elektryczny, natężenie, gęstość prądu, SEM. Prawo Ohma, opór właściwy, przewodnictwo właściwe. Prawo Joule'a-Lenza. Doświadczenie — wyznaczenie zależności oporu przewodnika od temperatury</p>	<ul style="list-style-type: none"> określa, co to jest prąd elektryczny, natężenie i gęstość prądu, wie, jaka jest przyczyna powstawania prądu elektrycznego, odróżnia napięcie od SEM. definiuje pojęcie: opór elektryczny i oblicza opór różnych przewodników, również w zależności od temperatury, stosuje prawo Joule'a-Lenza do rozwiązywania zadań, posługuje się wykresami zależności U od R oraz I od R, opisuje różnicę między pojęciem napięcia i SEM. 		<p>Przy omawianiu SEM można podać bardzo poglądowy przykład pracy wbrew polu elektrycznemu w generatorze Van de Graaffa. Należy wyjaśnić, dlaczego amperomierz powinien mieć mały opór, a woltomierz duży, oraz dlaczego się mówi, że „wartość SEM jest równa napięciu na zaciskach źródła otwartego”. Znajomość prawa Ohma i prawa Joule'a-Lenza, mającą duże znaczenie praktyczne, należy umocnić przez doświadczenie uczniowskie.</p>
134-135	<p>Mikroskopowy obraz prądu elektrycznego</p>	<p>Model (klasyczny) gazu elektronowego. Wzmianka o kwantowym charakterze zachowania się elektronów w metalu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> wyraża gęstość prądu za pomocą prędkości unoszenia i koncentracji elektronów, wyjaśnia, dlaczego podczas przepływu prądu ruch chaotyczny elektronów występuje nadal. wyjaśnia „paradoks” żółwiego tempa unoszenia elektronów i błyskawicznego przenoszenia sygnału elektrycznego przy włączeniu prądu, 		<p>Model gazu elektronowego (klasyczny) stwarza okazję przedstawienia uczniom kolejnego przykładu stosowania w fizyce podstawowej metody poznawczej: Uogólnienie wniosków doświadczalnych w postaci modelu, wyprowadzenie z modelu równań i zależności (tutaj prawo Ohma), które podlegają weryfikacji doświadczalnej. Należy wyjaśnić, dlaczego, mimo olbrzymich prędkości, elektrony nie opuszczają przewodnika.</p>
136-137	<p>Obwody elektryczne Pomiary elektryczne</p>	<p>Obwody prądu stałego. Połączenia szeregowo i równoległe oporników. Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego. Prawa Kirchhoffa jako konsekwencja prawa zachowania ładunku oraz prawa zachowania energii. Pomiar SEM metodą kompensacji.</p>	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania z rozplywem prądu w obwodach elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego do pomiaru SEM stosuje się metodę kompensacji, a nie metodę bezpośredniego pomiaru za pomocą woltomierza. 	<p>Należy wyjaśnić, że prawa Kirchhoffa są konsekwencją prawa zachowania ładunku oraz prawa zachowania energii. Omówienie pomiaru SEM metodą kompensacji stwarza doskonałą okazję do przedstawienia dużej użyteczności praw Kirchhoffa.</p>
138-140	<p>Prąd w cieczach Ogniwa galwaniczne i akumulatory</p>	<p>Mechanizm przewodnictwa elektrycznego w cieczach. Powstawanie SEM w ogniwach galwanicznych i akumulatorach.</p>		<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega prąd elektryczny w elektrolitach, stosuje prawa Faradaya do rozwiązywania zadań. 	<p>Należy pokazać, że prawa elektrolizy są bezpośrednią konsekwencją mikroskopowego obrazu prądu w elektrolicie.</p>

Klasa 3 (100 lekcji)

Elektromagnetyzm (16 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
1-2	Pole magnetyczne. Siła Lorentza	Pole magnetyczne wytworzone przez magnesy stałe i przez prąd płynący w prostoliniowym przewodniku, pętli kołowej i w zwojnicy. Siła Lorentza. Wprowadzenie wektora indukcji pola magnetycznego \vec{B} .	<ul style="list-style-type: none"> definiuje pole magnetyczne i sposób doświadczalnego określenia kształtu linii pola magnetycznego, opisuje matematycznie kształt torów ładunków punktowych poruszających się w polu magnetycznym, opisuje zasadę działania spektrometru masowego wykorzystującego odchylenie jonów izotopów poruszających się w polu magnetycznym. 		Zaleca się wykonać doświadczenia demonstrujące linie pola magnetycznego, jak również zmianę zwrotu ustawienia igieł magnetycznych otaczających przewodnik pod wpływem zmiany zwrotu prądu elektrycznego. Bardzo pouczający jest pokaz działania siły Lorentza na strumień elektronów w rurce katodowej.
3-5	Prawo Ampère'a i Biota-Savarta	Prawo Ampère'a. Prawo Biota-Savarta. Obliczanie wektora pola magnetycznego \vec{B} .	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega wirowość pola magnetycznego i dlaczego pole elektrostatyczne jest bezwirowe, stosuje prawo Ampère'a i prawo Biota-Savarta do wyznaczania wektora \vec{B} w prostych przypadkach. 		Prawo Ampère'a i Biota-Savarta.— podkreślenie jego aspektu teoretycznego, jako jednego z podstawowych praw magnetyzmu, oraz praktycznego, jako prawa służącego do obliczania wektora pola magnetycznego \vec{B} w przypadkach symetrycznego rozkładu prądów
6-8	Przewodnik w polu magnetycznym. Przyrządy magnetoelektryczne. Silnik elektryczny.	Siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Definicja wektora indukcji \vec{B} . Magnetyczny moment dipolowy. Urządzenia wykorzystujące oddziaływania magnetyczne: galwanometr, amperomierz, woltomierz i silnik na prąd stały.	<ul style="list-style-type: none"> definiuje wektor indukcji pola magnetycznego \vec{B} i podaje, w jakim celu definiuje się to pojęcie, wyjaśnia, dlaczego dwa równoległe przewodniki z prądem działają na siebie siłą. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę działania silnika i przyrządów na prąd stały wykorzystujących oddziaływania magnetyczne. 	Należy pokazać związek między siłą Lorentza działającą na ruchomy ładunek a siłą działającą na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym.
9-10	Magnetyki. Dia-, para- i ferromagnetyki. Magnesy stałe	Para-, dia- i ferro-magnetyki. Pętla histerezy. Domeny magnetyczne.	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego diamagnetyki magnesują się odwrotnie w polu magnetycznym (w stosunku do pola zewnętrznego) oraz dlaczego ferro-magnetyki magnesują się bardzo silnie w polu magnetycznym. 		Tutaj powinna zaowocować wiedza o powstawaniu pola magnetycznego w otoczeniu obwodów kołowych, wcześniej przyswojona przez uczniów. Pozwala to łatwo zrozumieć, dlaczego atom wytwarza pole magnetyczne, a także zjawiska występujące w materiałach magnetycznych.
11-14	Indukcja elektromagnetyczna. Prawo Faradaya. Prawa Maxwella	Strumień pola magnetycznego. Prawo indukcji Faradaya. Reguła Lenza jako wyraz zasady zachowania energii. Opis jakościowy praw Maxwella.	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje związek prawa indukcji Faradaya z pojęciem siły Lorentza, oblicza dla prostych przypadków SEM indukcji oraz natężenie prądu wzbudzonego pod wpływem zmiennego strumienia pola magnetycznego. stosuje regułę Lenza, formułuje jakościowo prawa Maxwella. 		Mechanizm powstawania SEM indukcji przedstawiony na przykładzie ruchomego przewodnika w poprzecznym polu magnetycznym. Pokazanie uczniom, w jaki sposób można wyprowadzić wzór na SEM indukowaną w tym przewodniku i jak go można uogólnić, aby był słuszny dla dowolnego przypadku - stąd prawo indukcji Faradaya.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
15-16	Samoi indukcja i indukcijność obwodów	Samoi indukcja – „wyprowadzenie” wzoru $E_{ind} = \frac{-L\Delta i}{\Delta t}$ Indukcyjność obwodów elektrycznych.	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza indukcyjność L długiego i cienkiego solenoidu. oblicza SEM indukcji w prostych przypadkach. 		Wygodnie jest „wyprowadzić” wzór $E_{ind} = \frac{-L\Delta i}{\Delta t}$, rozważając SEM indukcji w zwojnicy.

Drgania i fale mechaniczne (23 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
17-20	Oscylator harmoniczny	Podstawowe wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny: wychylenie, prędkość i przyspieszenie - omówienie zależności od czasu.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, jakie przesunięcia fazowe występują między wychyleniem, prędkością i przyspieszeniem i dlaczego one występują, • przedstawia wychylenie, prędkość i przyspieszenie w funkcji czasu na wykresach. 		Zaleca się wyprowadzić wzory na wychylenie, prędkość i przyspieszenie, korzystając z ruchu punktu materialnego po okręgu.
21-24	Wahadło matematyczne i fizyczne. Drgania wymuszone. Rezonans	Wzór na częstość kołową drgań własnych $\omega = \sqrt{k/m}$ i okres ciała drgającego pod wpływem siły sprężystej i kwazisprężystej $F = -kx$. Wzory na okres drgań wahadeł. Opis jakościowy zjawiska rezonansu, wykres zależności wychylenia od czasu.	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość i okres drgań w układach, w których występuje siła kwazisprężysta, • wykorzystuje wzór na okres drgań wahadła matematycznego do rozwiązywania zadań, • posługuje się pojęciem rezonansu. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje wzory na okres drgań wahadeł do rozwiązywania zadań. 	Zaleca się wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego i wahadła fizycznego z wykorzystaniem siły kwazisprężystej.
25-27	Równanie fali harmoniczej. Energia i natężenie fali	Podstawowe wielkości służące do opisu fal. Fale na powierzchni wody. Równanie jednowymiarowe fali harmoniczej. Powierzchnia falowa, czoło fali, promień fali, fala kulista. Energia i natężenie fali.	<ul style="list-style-type: none"> • podaje podstawowe cechy ruchu falowego i odróżnia go od innych rodzajów ruchu, • oblicza podstawowe parametry fali, λ, v, T. 		Zaleca się przeprowadzić pokaz fal na powierzchni wody. Można użyć do tego celu zestawu doświadczalnego z podświetleniem za pomocą rzutnika pisma.
28-30	Interferencja i dyfrakcja fal. Zasada Huygensa	Fale stojące. Położenie strzałek i węzłów w fali jednowymiarowej. Zasada Huygensa. Ugęście i interferencja fal. Warunki wzmocnienia i wygaszania dwóch interferujących fal.	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia położenie strzałek i węzłów w jednowymiarowej fali stojącej, • analizuje wyniki doświadczeń pokazowych z falami na wodzie, • stosuje zasadę Huygensa do zjawisk rozchodzenia się i nakładania fal, • przedstawia i uzasadnia warunki wzmocnienia i wygaszania interferujących dwóch fal. 		Zaleca się przeprowadzić doświadczenie pokazowe z falami na wodzie. Przy podświetleniu przezroczystej płaskiej wanny z wodą i rzutowaniu obrazu na ekran (wykorzystując rzutnik pisma, np. typu „Lech”) można zademonstrować większość zjawisk falowych. Doświadczenie jest bardzo pouczające i nie wymaga specjalnego sprzętu.
31-35	Elementy akustyki	Fale akustyczne. Dźwięki, podział widma dźwięków. Charakterystyka dźwięków, głośność, poziom natężenia dźwięku, próg słyszalności i bólu.	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia obiektywne i subiektywne cechy dźwięków oraz jednostki odpowiednich wielkości fizycznych, • rozwiązuje proste zadania z akustyki. 		
36-39	Efekt Dopplera	Efekt Dopplera w akustyce — wyprowadzenie wzorów na częstość fali przy ruchomym źródle lub odbiorniku. Prędkość naddźwiękowa.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia efekt Dopplera, • rozwiązuje zadania i wyznacza prędkość obiektów, opierając się na zjawisku Dopplera. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko powstawania fali uderzeniowej. 	Zagadnienia z tego zakresu zostały ujęte w programie (choć nadobowiązkowo), ponieważ efekt Dopplera jest często stosowany w różnych dziedzinach, np. w astrofizyce, technice, wojskowości, policji, a także w medycynie.

Prąd przemienny (13 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
40-43	Obwód drgający LC Rezonans	Obwód drgający <i>LC</i> . Wzory na zależność ładunku i natężenia prądu od czasu. Przemiany energii w obwodzie <i>LC</i> . Wzór na częstość i okres drgań własnych obwodu <i>LC</i> . Rezonans elektryczny. Wykorzystanie rezonansu elektrycznego w radiotechnice.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego w obwodzie <i>LC</i> mogą powstawać drgania elektromagnetyczne, • wyjaśnia rezonans elektryczny, stosując odpowiednie wykresy i wzory, • opisuje wykorzystanie rezonansu w radiotechnice. 		Wskazane jest pokazać drgania na oscylografie. Należy ukazać analogię między drganiami obwodu <i>LC</i> i drganiami mechanicznymi wahadła oraz analogię między wielkościami charakteryzującymi drgania elektryczne i mechaniczne.
44-45	Obwód RLC	Opór pojemnościowy (reaktancja pojemnościowa). Opór indukcyjny (reaktancja indukcyjna). Całkowity opór (zawada) obwodu prądu przemiennego. Prawo Ohma dla obwodu prądu przemiennego.	<ul style="list-style-type: none"> • Stosuje wzory na SEM, natężenie, opór pojemnościowy, opór indukcyjny prądu przemiennego w zadaniach, 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Ohma dla obwodu prądu przemiennego, • stosuje wzory na opór całkowity prądu przemiennego w zadaniach. 	Przy prezentacji materiału lekcji zaleca się wykorzystać analogię między układami drgań mechanicznych i układami elektrycznymi prądu przemiennego.
46-48	Prąd przemienny. Moc i energia	Opór czynny. Zależność (sinusoidalna) natężenia prądu przemiennego od czasu. Moc prądu przemiennego z opornością <i>R</i> . Natężenie skuteczne i napięcie skuteczne.		<ul style="list-style-type: none"> • interpretuje wzory na moc, natężenie skuteczne i napięcie skuteczne oraz stosuje je w zadaniach. 	
49-50	Przyrządy i mierniki prądu przemiennego.	Zasada działania prądnicy prądu przemiennego, transformatora, mierników i silników prądu przemiennego.	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje i wyjaśnia zasadę działania prądnicy, transformatora, mierników i silników prądu przemiennego. 		Należy zademonstrować działanie przyrządów (pojedyncze, sprawne egzemplarze zwykle znajdują się w szkolnej pracowni fizycznej).
51-52	Prostowanie prądu	Zasada działania diody jako prostownika prądu Lampa elektronowa, Dioda półprzewodnikowa	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje i wyjaśnia zasadę działania diody w postaci lampy elektronowej i diody półprzewodnikowej 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia wykres charakterystyki diody. 	

Fale elektromagnetyczne (3 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
53	Widmo fal elektromagnetycznych.	Widmo fal elektromagnetycznych. Charakterystyka poszczególnych obszarów widma, w tym — podczerwień, ultrafiolet i promienie Roentgena. Mechanizm promieniowania fal elektromagnetycznych.	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje widmo fal elektromagnetycznych, • opisuje mechanizm promieniowania fal elektromagnetycznych, • oblicza długości fal elektromagnetycznych w zależności od parametrów obwodu <i>LC</i> nadajnika. 		Należy podać informację, że nieostry podział na różne rodzaje fal elektromagnetycznych wynika ze sposobu ich wytwarzania.
54-55	Promieniowanie fal elektromagnetycznych. Podstawy łączności radiowej i telewizyjnej	Promieniowanie fali elektromagnetycznej przez drgający dipol. Antena nadawcza. Podstawy łączności radiowej. Modulacja amplitudy i częstotliwości. Detekcja. Podstawy telewizji. Lampa analizująca i lampa kineskopowa.	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasady łączności radiowej, • objaśnia, na czym polega modulacja amplitudy i częstotliwości. oraz detekcja fal, • opisuje zasady przekazu telewizyjnego. 		Przedstawienie blokowego schematu łączności radiowej. Przedstawienie blokowego schematu przekazu telewizyjnego.

Optyka (16 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
56	Dywersja światła. Załamanie i odbicie światła	Prawa odbicia i prawo załamania światła. Względny i absolutny współczynnik załamania. Całkowite wewnętrzne odbicie. Kąt graniczny. Dywersja światła.	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawa odbicia i załamania światła w zadaniach, • wyjaśnia, dlaczego występuje zjawisko dywersji światła. 		Zaleca się wykonać doświadczenia mające na celu sprawdzenie prawa Snelliusa. Należy objaśnić, dlaczego występuje zjawisko dywersji światła, szkicując klasyczne założenia teorii dywersji fal elektromagnetycznych.
57-60	Interferencja i dyfrakcja światła. Polaryzacja światła. Wykorzystanie tych zjawisk w technice przyrządów optycznych Krótszy temat	Interferencja światła. Koherencja światła. Polaryzacja światła. Polaryzatory. Interferencja w cienkich warstwach. Zastosowania interferencji światła: kontrola jakości obróbki powierzchni. Dyfrakcja światła.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko interferencji światła, • podaje zastosowania praktyczne zjawiska interferencji, • opisuje i wyjaśnia zjawisko dyfrakcji światła, • opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła, • opisuje i wyjaśnia efekt działania polaryzatorów. 		Zaleca się omówić zarówno polaryzację światła w ośrodkach dwójłomnych, jak i polaryzację przy odbiciu światła na granicy dwóch ośrodków. Należy przedstawić technikę rozjaśniania soczewek przez pokrywanie ich cienkimi warstwami „przeciwo-blaskowymi” (tzw. „prześwietlanie optyki”). Zaleca się omówić najpierw dyfrakcję na dwóch szczelinach, a następnie na wielu szczelinach i na siatce dyfrakcyjnej.
61-62	Holografia (nadobowiązkowo)	Zasada holografii. Idea teorii Abbego, pomysł Wolfkego rozdzielenia procesu analizy i syntezy obrazu. Wynalazek Gabora. Zastosowania holografii.		<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasady holografii optycznej, • podaje zasadnicze zastosowania holografii. 	Przed omówieniem zasad holografii zaleca się omówić dyfrakcję na jednej szczelinie.
63-64	Zwierciadła	Zwierciadło kuliste, wklęsłe i wypukłe. Wyprowadzenie wzoru: $f = R/2$. Bieg promieni świetlnych odbitych w zwierciadłach. Równanie $1/f = 1/x + 1/y$.	<ul style="list-style-type: none"> • rysuje bieg promieni w celu konstrukcji obrazów powstających w zwierciadle, • rozwiązuje zadania dotyczące obrazów w zwierciadłach. 		
65-66	Pryzmat	Bieg promienia świetlnego w pryzmacie. Wyprowadzenie wzoru $\varepsilon = (n - 1)\varphi$. Kąt najmniejszego odchylenia ε_{min} .		<ul style="list-style-type: none"> • opisuje przejście światła przez pryzmat. • podaje, kiedy występuje kąt najmniejszego odchylenia ε_{min} 	Przedstawienie wzoru $\varepsilon = (n - 1)\varphi$ ułatwi później zrozumienie pochodzenia wzoru na ogniskową soczewki.
67-68	Soczewki	Rodzaje soczewek. Zdolność skupiająca soczewki - wyprowadzenie wzoru $1/f = (n - 1)(1/r_1 + 1/r_2)$. Konstrukcja obrazów w soczewce. Wyprowadzenie równania soczewki $1/f = 1/x + 1/y$. Wady soczewek i sposoby ich minimalizowania.	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania, posługując się wzorem na ogniskową soczewki, • rysuje bieg promieni w celu konstrukcji obrazów w soczewkach, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego soczewki są obciążone wadami i jak się je minimalizuje. 	Należy zwrócić uwagę na to, że wzory optyki geometrycznej mają charakter przybliżony i można je stosować tylko dla cienkich soczewek oraz dla wiązek światła paraksjalnych.
69-71	Przyrządy optyczne.	Przyrządy optyczne. Lupa, okulary, mikroskop, luneta. Wyprowadzenie wzorów na powiększenie tych przyrządów.	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnia zasadę działania lupy, mikroskopu i lunety, • rozwiązuje zadania na temat przyrządów optycznych, w tym okularów. 		

Mechanika kwantowa i fizyka atomowa (11 lekcji)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
72	Promieniowanie ciała doskonale czarnego	Widmo promieniowania ciała doskonale czarnego. Postulaty Plancka.		<ul style="list-style-type: none"> szkicuje wykres zależności natężenia promieniowania od długości fal, opisuje widmo promieniowania ciała doskonale czarnego, formuluje postulaty Plancka i podaje, na czym polega różnica między klasycznym i kwantowym podejściem do promieniowania. 	Tutaj uczniowie po raz pierwszy spotykają się z kwantowaniem energii. Zapoznanie uczniów z widmem promieniowania ciała doskonale czarnego pozwoli później zrozumieć w nauce kosmologii pochodzenie promieniowania relikтового.
73-74	Zjawisko fotoelektryczne, fotony. Dualistyczna natura światła i cząstek materii	Zjawisko fotoelektryczne. Dualistyczna natura światła. Dyfrakcja elektronów. Dualistyczna natura cząstek materii. Fale materii de Broglie'a. Fale prawdopodobieństwa. Funkcja falowa Statystyczny charakter praw fizyki kwantowej.	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega dualizm falowo-korpuskularny, wyjaśnia, dlaczego zjawisko to jest niezwykle i niewyobrażalne, podaje podstawowe wielkości charakteryzujące fotony, stosuje wzór de Broglie'a do prostych obliczeń, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje funkcję falową cząstki. 	Uczniowie mają okazję się dowiedzieć, w jaki sposób dokonano odkrycia dualistycznej natury mikrocząstek. Po raz któryś z kolei widoczna jest owocność rozumowania wykorzystującego symetrię i analogię zjawisk fizycznych. Interferencja amplitud prawdopodobieństwa – zagadnienie to najłatwiej można wytłumaczyć, omawiając doświadczenia myślowe Feynmana.
75-76	Specyfika obiektów kwantowych Relacje nieoznaczoności Heisenberga.	Aspekt fundamentalny i operacyjny - pomiarowy zasady nieoznaczoności Heisenberga, która pozwala w prosty sposób (pod względem rachunkowym) oszacować wartość wielu istotnych wielkości fizyki mikroświata.	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje relacje nieoznaczoności Heisenberga, szacuje niektóre wielkości, np. energię elektronu w atomie wodoru, energię nukleonu w jądrze, energię, jaką miałyby elektrony, gdyby mogły przebywać w jądrze. 		Aspekt substancjalny (specyficzność obiektu) i operacyjny (pomiarowy) zasady nieoznaczoności Heisenberga, która pozwala w prosty sposób (pod względem rachunkowym) oszacować wartość wielu istotnych wielkości fizyki mikroświata.
77-78	Model Bohra atomu wodoru. Współczesny model atomu	Interpretacja postulatów Bohra. Związek orbit Bohra z falami de Broglie'a. Ograniczenia teorii Bohra. Elektron w studni potencjału. Orbitale elektronowe.	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje postulaty Bohra, opisuje, na czym polegają uproszczenia w teorii Bohra, stosuje model Bohra do rozwiązywania zadań, 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo wyniki kwantowej teorii atomu i rozkłady prawdopodobieństwa znalezienia elektronu w atomie wodoru. 	Rozważenie zachowania się cząstki w studni potencjału ułatwia zrozumienie kwantowania energii elektronu w atomie.
79-80	Promieniowanie światła przez atomy	Specyficzność serii widmowych promieniowania atomów wodoru. Długości promieniowanych fal i ich częstości. Wzmianka na temat widm molekularnych.	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia emisję i absorpcję światła przez atomy, wyjaśnia, dlaczego widma tego światła są dyskretne — nie ciągłe, przedstawia zasady analizy spektralnej. 		Należy podać informacje, że widma atomowe umożliwiają zbadanie budowy atomów różnych pierwiastków.
81-82	Lasery	Zasada działania laserów i maserów. Spontaniczna i stymulowana emisja światła. Inwersja obsadzeń. Metody pompowania lasera. Zastosowanie laserów.	<ul style="list-style-type: none"> objaśnia zasadę działania laserów i maserów, posługując się trójpoziomym schematem stanów energii elektronów, wymienia zastosowanie laserów. 		Lekcja ta może być bardzo atrakcyjna dla uczniów, gdyż uczniowie bardzo interesują się laserami.

Teoria względności - nadobowiązkowo (10 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
83-84	Wstęp do teorii względności i postulaty Einsteina.	Rys historyczny powstania teorii względności. <i>Transformacja Galileusza</i> jako pierwszy etap poznania przekształceń współrzędnych układów inercjalnych. <i>Prędkość światła.</i> <i>Podstawowe postulaty teorii względności</i> – pokazanie, że są ugruntowane doświadczalnie.	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje, że z transformacji Galileusza wynika klasyczna formuła składania prędkości, wykazuje, że zdarzenia jednoczesne w jednym układzie inercjalnym nie są jednoczesne w drugim układzie. 		Przedstawienie rysu historycznego „korzeni” teorii względności ukazuje uczniom, że na sukces wielkiego odkrycia naukowego pracuje wiele pokoleń, a załóżki tej teorii znane były już w przeszłości. Poznanie transformacji Galileusza ułatwi zrozumienie, czym są transformacje Lorentza. Odbywamy „podróż w czasie”, od Roemera do Einsteina, od odkrycia, że światło ma prędkość skończoną, poprzez stwierdzenie, że światło ma dziwną własność — stałą prędkość niezależną od układu odniesienia, aż do wyjaśnienia <i>względności czasu</i> .
85-86	Dylatacja czasu	Dylatacja czasu. Dlaczego zegar ruchomy spóźnia się w stosunku do zegarów spoczywających?	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega dylatacja czasu, oraz wyprowadzić odpowiedni wzór. 		Należy podkreślić, że względność upływu czasu jest prostą konsekwencją postulatów teorii względności .
87-88	Transformacje Lorentza	Transformacja Lorentza. Wyprowadzenie relatywistycznego prawa składania prędkości. Wyprowadzenie wzoru na skrócenie Lorentza.	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega różnica między klasycznymi i relatywistycznymi transformacjami przestrzeni i czasu 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje transformacje Lorentza, podaje wzór wyrażający relatywistyczną formułę składania prędkości, wyprowadza wzór na skrócenie długości korzystając z transformacji Lorentza. 	Należy podkreślić, że w transformacjach Lorentza występuje organiczne powiązanie przestrzeni i czasu. W transformacjach Galileusza czas występuje niezależnie od przestrzeni i jest absolutny. Należy omówić względność wymiarów przestrzennych – nie tylko skrócenie Lorentza .
89-90	Czasoprzestrzeń	Czwarta współrzędna — czasowa (wykorzystanie wzoru na przemieszczanie się światła w trzech wymiarach). Zdarzenie — definicja. Wykresy czasoprzestrzenne.		<ul style="list-style-type: none"> przedstawia rozumowanie prowadzące do uogólnienia (rozszerzenie o czwarty wymiar) podstawowych pojęć geometrycznych, posługuje się pojęciami: zdarzenie, linia świata, oś czasowa, oś jednoczesności; potrafi je przedstawić na wykresach czasoprzestrzennych. 	Wbrew pozorom, zrozumienie, czym jest czterowymiarowa czasoprzestrzeń , nie jest dla uczniów trudne. Wykresy czasoprzestrzenne uczniowie stosują już na początku nauki fizyki (w kinematyce). Podejście czterowymiarowe upraszcza wprowadzenie wielu wzorów relatywistycznych. Pomijanie czterowymiarowej przestrzeni na lekcji fizyki jest błędem dydaktycznym w sytuacji, gdy lubiane przez młodzież utwory literatury współczesnej tak często są inspirowane tym zagadnieniem.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
91-92	Dynamika relatywistyczna. Zasada korespondencji	Wzór na energię relatywistyczną, energię kinetyczną i spoczynkową — słynny wzór Einsteina $E = mc^2$. Wzory relatywistyczne na pęd i siłę. Zasada korespondencji jako jedna z podstawowych zasad gnoseologicznych.	<ul style="list-style-type: none"> • podaje wzory dynamiki relatywistycznej na pęd, siła, energia, energia spoczynkowa, • rozwiązuje zadania z uwzględnieniem efektów relatywistycznych, w szczególności oblicza defekt masy. 	<ul style="list-style-type: none"> • przytocza przykłady na to, że rozwój nauk ścisłych odbywa się zgodnie z zasadą korespondencji. 	Wcześniej wprowadzenie czasoprzestrzeni procentuje dydaktycznie — wzór na energię relatywistyczną wprowadza się w sposób naturalny, jako czwartą składową czteropędu. Dydaktyczne korzyści daje powiązanie podsumowania teorii względności z zasadą korespondencji.

Fizyka ciała stałego - *nadobowiązkowo* (8 lekcje)

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe	Ponadpodstawowe	
93-94	Przewodnictwo elektronowe metali.	Model elektronowych poziomów i pasm energetycznych w metalu. Opis jakościowy przewodnictwa metali w modelu kwantowym. Nadprzewodnictwo.	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo zachowanie się elektronów w metalu, • wyjaśnia, dlaczego w metalu istnieją pasma energetyczne, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje, dlaczego i w jakich warunkach występuje nadprzewodnictwo. 	Należy przypomnieć uczniom założenia wcześniej wprowadzonego klasycznego modelu gazu elektronowego
95-96	Przewodnictwo półprzewodników	Model elektronowych poziomów i pasm energetycznych w półprzewodniku. Centra donorowe i akceptorowe w półprzewodnikach. Opis jakościowy przewodnictwa. Przewodnictwo półprzewodników typu <i>n</i> i <i>p</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia i interpretuje schemat pasmowy półprzewodnika i przerwy energetycznej, • opisuje przewodnictwo dziurowe i elektronowe. 		Należy wyjaśnić na przykładach krzemu, dlaczego tworzą się pasma energetyczne oraz dlaczego poziomy domieszkowe lokują się w przerwie energetycznej. Co jest przyczyną przewodnictwa dziurowego?
97-98	Dioda, tranzystor i obwody scalone	Zasada działania elementów półprzewodnikowych: diody, tranzystora, obwodu scalonego, fotodiody, lasera półprzewodnikowego i innych elementów optoelektronicznych.	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego tranzystor może wzmacniać prąd, • wyjaśnia zasadę działania typowych elementów półprzewodnikowych. 		Należy podkreślić, że elementy półprzewodnikowe mogą występować oddzielnie, jak również w obwodach scalonych.
99-100	Urządzenia elektroniczne — wideo i audio	Schemat blokowy urządzeń elektronicznych. Telewizor. Komputer. Inne urządzenia wideo i audio.		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia rolę poszczególnych składników schematu blokowego urządzeń elektronicznych – telewizora, komputera i innych. 	

2.6. Sposoby realizacji celów kształcenia

Program *Fizyka XXI* można najlepiej zrealizować, stosując e_podręcznik.

Dostępne są również pomoce dydaktyczne dla nauczycieli fizyki, które powinny w znakomity sposób usprawnić kształcenie. Proponuje wykorzystywanie foliogramów opracowanych specjalnie do tematów, które wymagają szczególnie starannych ilustracji i rysunków. Są one opracowane do wszystkich tematów przewidzianych programem. Korzystanie z foliogramów nie wymaga od szkoły dużych finansów – rzutniki pisma znajdują się we wszystkich szkołach.

Zalecamy także stosowanie najbardziej nowoczesnej formy prowadzenia lekcji — wykorzystanie technik multimedialnych za pomocą komputera. Dostępne są m.in. ilustracje w postaci rysunków, kolorowych zdjęć i animacji – krótkich filmów prezentujących zjawiska fizyczne. Treści lekcji są przedstawione dynamicznie z wykorzystaniem animowania tekstu i ilustracji oraz efektów audio. Odpowiednią formą wizualizacji lekcji jest rzutnik multimedialny lub kilka monitorów podłączonych do komputera i odpowiednio rozmieszczonych w klasie (zalecane dla szkół, które nie dysponują odpowiednimi finansami)².

Stosowanie komputera na lekcji stwarza okazję do połączenia się z Internetem dla ilustrowania najnowszych odkryć — szczególnie z dziedziny astrofizyki i cząstek elementarnych. Adresy odpowiednich stron www znajdują się w podręczniku.

Demonstracje wielu zjawisk fizycznych można przeprowadzić na lekcji, wykorzystując proste i niekosztowne przyrządy, które powinny zostać skompletowane w pracowni fizycznej.

Ćwiczenia uczniowskie służą nie tylko utrwalaniu wiedzy. Bardzo często są źródłem wiedzy, podstawą do rozwiązania problemu, a także służą kształceniu umiejętności pracy badawczej. Poza tym umiejętność rozwiązywania zadań świadczy o opanowaniu wiedzy. Wiedza fizyczna może być tylko pamięciowym opanowaniem formułek, bez zrozumienia treści w przypadku, gdy uczeń nie potrafi jej zastosować nawet do najprostszyc zadań. Dlatego na egzaminach wstępnych na wyższe uczelnie tak dużą wagę przykładają do umiejętności rozwiązywania zadań.

Opanowanie tej umiejętności wymaga jednak pewnej pracy i czasu. Z rozkładu godzinowego wynika, że czasu poświęconego na rozwiązywanie zadań nie jest dużo. W tej sytuacji proponujemy przeznaczyć kilka godzin na rozwiązywanie zadań na każdy omawiany dział. Część zadań uczniów powinien wykonać jako pracę domową. Do indywidualnej pracy uczniów w domu proponujemy zbiór zadań ze wspomaganiami komputerowymi umieszczony w podręczniku. Zbiór ten zawiera zadania do

² Powyższe pomoce dydaktyczne — foliogramy oraz „Lekcje multimedialne – Fizyka 1, 2 i 3” na płytach CD — są udostępniane przez Mariana Kozielskiego (mariankozielski@gmail.com).



KAPITAŁ LUDZKI
CZŁOWIEK – NAJLEPSZA INWESTYCJA!



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



wszystkich lekcji objętych programem. Umożliwia uczniowi samodzielną naukę rozwiązywania zadań w domu. Zawiera mnóstwo rad i wskazówek stopniowo naprowadzających ucznia na rozwiązanie zadania i ułatwia dzięki temu przećwiczenie i utrwalenie materiału omówionego na lekcji.

Lekcje doświadczalne odgrywają bardzo ważną rolę w nauczaniu fizyki. Dlatego nie należy z nich rezygnować, mimo pewnych trudności związanych z ich przeprowadzeniem (nie tylko organizacyjnych, ale i materialnych). W naszym programie zamieszczonych jest szereg doświadczeń zdalnych i wirtualnych. Umożliwia to przeprowadzenie doświadczeń za pomocą aparatury, która jest normalnie niedostępna w szkołach. Zaleca się, aby doświadczenia uczniowskie w klasie były przeprowadzone w grupach np. 3-osobowych, najlepiej tzw. równym frontem. Prostsze doświadczenia uczniowie mogą wykonać jako pracę domową. Takie doświadczenia mają dodatkowy walor, gdyż stwarzają okazję do kształcenia u uczniów umiejętności planowania i samodzielnego wykonywania doświadczeń. Stwarzają również okazję do kształcenia u uczniów umiejętności obserwowania zjawisk. Ćwiczenia doświadczalne powinny nauczyć stosowania podstawowych zasad rachunku błędów i niepewności pomiarowych.

Uczniowie powinni przygotowywać sprawozdania z doświadczeń (zarówno domowych, jak i klasowych), w których powinni umieścić:

- cel doświadczenia,
- krótki opis założeń teoretycznych doświadczenia,
- tabelę z wynikami pomiarów,
- obliczenia badanych wielkości (z uwzględnieniem jednostek),
- dyskusję niepewności pomiarowych,
- wnioski lub inne uwagi własne.

Stosując e_ podręcznik można wykorzystać gotowe formularze sprawozdań z doświadczeń uczniowskich.

2.7. Propozycja kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia.

Ocenianie stanowi nieodłączną część procesu nauczania i uczenia się. Niesie ze sobą informację zwrotną dla ucznia, opiekunów i nauczyciela. Ocena pozwala rozpoznać i opisać osiągnięcia ucznia w dziedzinie poznawczej, społecznej, komunikacyjnej. Ocenianie nie sprowadza się więc tylko do informowania, lecz również do opracowywania kolejnych zadań, mających na celu rozwój każdego ucznia. Zasady oceniania uczniów z zakresu fizyki muszą być zgodne z wewnątrzszkolnym systemem oceniania uchwalonym przez radę pedagogiczną w danej szkole.

Proponujemy następujące metody sprawdzania osiągnięć ucznia:

1. **Prace pisemne** – sprawdziany, testy wielokrotnego wyboru, wypracowania tematyczne przygotowane na podstawie dostępnych źródeł.

Cel - sprawdzenie znajomości podstawowych zjawisk i praw fizycznych oraz umiejętności logicznego wyjaśniania zjawisk fizycznych za pomocą poprawnej terminologii.

2. **Wypowiedzi ustne** – odpowiedzi na pytania nauczyciela, udział w dyskusji, prezentacja.

Cel – sprawdzenie umiejętności formułowania zwartej, logicznej i poprawnej merytorycznej wypowiedzi na zadany temat. Sprawdzenie umiejętności przygotowania poprawnej prezentacji multimedialnej i kompetencji jej wygłaszania.

3. **Prace eksperymentalne** – przygotowanie, wykonywanie doświadczeń oraz analiza wyników na lekcji. Przygotowywanie modeli, analizy wyników eksperymentów, analiza niepewności pomiarowych z wykorzystaniem TIK samodzielnie w domu.

Cel – kontrola umiejętności planowania, wykonywania doświadczeń oraz sporządzania dokumentacji i analizy wyników doświadczenia z zastosowaniem TIK. Badanie kompetencji w zakresie współpracy w grupie.

4. **Samocena** – samodzielne rozwiązanie poleceń zamieszczonych w e-podręczniku oraz ćwiczeń interaktywnych.

Cel – samodzielne określenie zakresu zrozumienia i umiejętności rozwiązywania problemów.

5. **Aktywność ucznia** – nauczyciel obserwuje aktywność ucznia podczas wykonywania różnych zadań.

Cel – ocena wiedzy, pomysłowości i umiejętności współpracy.