

Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

# **Program nauczania wraz z planem wynikowym**

Szkoła ponadgimnazjalna  
zakres rozszerzony

Kraków 2012



**ZamKor**



# Spis treści

Wstęp .....	5
I. Ogólne założenia programu .....	6
II. Cele nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym.....	7
III. Treści kształcenia .....	9
IV. Ogólny rozkład materiału nauczania.....	13
V. Szczegółowy rozkład materiału nauczania.....	14
VI. Cele operacyjne, czyli plan wynikowy .....	21
VII. Procedury osiągnięcia celów .....	55
VIII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów .....	57



## WSTĘP

Przedstawiamy program przeznaczony do pracy z dwutomowym podręcznikiem *Z fizyką w przyszłość. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres rozszerzony*.

Zgodnie z nową *Podstawą programową* nauczanie fizyki w zakresie rozszerzonym na IV etapie edukacyjnym jest kontynuacją procesu kształcenia realizowanego w gimnazjum i nauczania realizowanego w zakresie podstawowym w szkołach ponadgimnazjalnych. Dla większości uczniów ten etap będzie kończył się egzaminem maturalnym, stanowiąc równocześnie przygotowanie do kontynuowania kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych.

W naszym programie nauczania i kolejnych częściach podręcznika zaproponowano więc nie tylko omawianie zagadnień wyszczególnionych w *Podstawie programowej*, ale także powtórzenie i rozszerzenie treści realizowanych uprzednio w gimnazjum oraz niektórych zagadnień poznanych przez uczniów w kursie podstawowym.

Równocześnie dołożono starań, aby zgodnie z wymaganiami ogólnymi zawartymi w *Podstawie programowej* w maksymalnym stopniu umożliwić uczniom zdobycie umiejętności:

- stosowania poznanych pojęć i praw do wyjaśniania procesów i zjawisk fizycznych,
- wykorzystywania i przetwarzania informacji podanych w różnych formach,
- budowania prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk,
- planowania i wykonywania prostych doświadczeń i analizowania ich wyników.

W trosce o jak najlepszą i jak najbardziej efektywną realizację programu nauczania przygotowano multimedialną obudowę podręczników i dodatkowe materiały dydaktyczne. Szczegółowe informacje na ten temat znajdują się na stronie wydawnictwa.

## I. OGÓLNE ZAŁOŻENIA PROGRAMU

1. Zgodnie z *Ramowym planem nauczania* na kształcenie na poziomie rozszerzonym w zakresie przedmiotu fizyka w szkołach ponadgimnazjalnych przeznaczono 240 godzin. Prezentowany program można zrealizować w tej liczbie godzin.
2. Program służy realizacji obowiązującej *Podstawy programowej* na wybranych, możliwie łatwych i interesujących treściach. Obejmuje on rozwinięcie wszystkich haseł zawartych w *Podstawie programowej* przedmiotu fizyka, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony.
3. Program można realizować z uczniami wszystkich typów szkół ponadgimnazjalnych, w których przewidziane jest kształcenie na poziomie rozszerzonym. Zgodnie z ideą reformy nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym powinno zapewnić uczniom zdobycie wiedzy i umiejętności umożliwiających spełnienie standardów wymaganych na egzaminie maturalnym i kontynuowanie kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych. Ponadto powinno przygotować uczniów do samodzielnego uzupełniania wiedzy przyrodniczej, do czytania ze zrozumieniem tekstów popularnonaukowych, do rozumnego i krytycznego odbioru informacji medialnych, do sprawnego funkcjonowania w świecie opanowanym przez technikę i do świadomego korzystania ze zdobyczy cywilizacji.
4. Prezentując zamierzone osiągnięcia uczniów, położono nacisk na operatywność zdobywanej przez ucznia wiedzy i umiejętność samodzielnego jej zdobywania.
5. Aby nauczanie fizyki mogło przyczynić się znacząco do wypełnienia zadań przypisanych zreformowanej szkole, należy stosować takie metody pracy z uczniami, które będą wyzwalały ich aktywność, rozwijały zainteresowanie wiedzą przyrodniczą, kształtowały umiejętności uczenia się i samokontroli.
6. Zadaniem szkoły jest stworzenie uczniom odpowiednich warunków do samodzielnego zdobywania informacji z różnych źródeł poprzez zapewnienie możliwości korzystania z Internetu i dostępu do literatury popularnonaukowej oraz czasopism (np. „Foton”, „Neutino”, „Świat Nauki”, „Wiedza i Życie”).

## II. CELE NAUCZANIA FIZYKI NA POZIOMIE ROZSZERZONYM

### **Cel strategiczny**

Zdobycie przez ucznia wiedzy o prawidłowościach w przyrodzie i metodach ich poznawania oraz umiejętności umożliwiających spełnienie standardów wymagań egzaminacyjnych i kontynuowanie kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych.

### **Cele ogólne programu**

1. Stymulowanie rozwoju intelektualnego uczniów.
2. Inspirowanie do twórczego myślenia i rozwiązywania problemów w sposób twórczy.
3. Pogłębianie zainteresowania fizyką.

### **Ogólne cele edukacyjne**

1. Uzupelnienie i uporządkowanie wiedzy ucznia w zakresie fizyki i astronomii, umożliwiające pogłębienie rozumienia roli nauki, jej możliwości i ograniczeń.
2. Uświadomienie roli eksperymentu i teorii w poznawaniu przyrody oraz znaczenia matematyki w budowaniu modeli i rozwiązywaniu problemów fizycznych.
3. Rozwijanie umiejętności samodzielnego docierania do źródeł informacji i umiejętności ich krytycznej selekcji.
4. Kształtowanie umiejętności samodzielnego formułowania wypowiedzi, uzasadniania opinii i sądów na podstawie posiadanej wiedzy i dostarczonych informacji, prowadzenia dyskusji w sposób poprawny terminologicznie i merytorycznie.

### **Cele poznawcze, kształcące, społeczne i wychowawcze**

1. Rozwijanie i kształtowanie umiejętności refleksyjnego obserwowania zjawisk zachodzących w otaczającym świecie.
2. Ukształtowanie umiejętności posługiwania się pojęciami fizycznymi (ze szczególnym uwzględnieniem wielkości fizycznych) i ich stosowania do opisu zjawisk fizycznych z wykorzystaniem odpowiedniego aparatu matematycznego.
3. Kształcenie umiejętności wyjaśniania i przewidywania przebiegu zjawisk fizycznych na podstawie poznanych praw.
4. Kształcenie umiejętności oceniania prawdziwości stwierdzeń na temat zjawisk fizycznych i uzasadniania swojej oceny na podstawie poznanych praw.
5. Kształcenie umiejętności wykorzystywania poznanych modeli do wyjaśnienia procesów fizycznych.
6. Rozwijanie umiejętności wykorzystywania posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych.
7. Kształcenie umiejętności stosowania metod badawczych fizyki ze szczególnym uwzględnieniem roli eksperymentu i teorii poprzez:
  - stwarzanie sytuacji problemowej, umożliwiającej uczniowi dostrzeżenie problemu, formułowanie hipotez i proponowanie sposobów ich weryfikacji,

- przygotowanie uczniów do planowania prostych eksperymentów, przedstawiania propozycji zestawów doświadczalnych do zaplanowanych doświadczeń,
  - wykonywanie doświadczeń
  - kształtowanie i doskonalenie umiejętności szacowania niepewności pomiarowych,
  - rozwijanie umiejętności przedstawiania wyników doświadczeń w formie graficznej (tabele, wykresy) i ich interpretacji,
  - przeprowadzanie doświadczeń symulowanych,
  - kształcenie umiejętności tworzenia prostych modeli fizycznych i matematycznych do przedstawiania wyników doświadczenia,
  - rozwijanie umiejętności samodzielnego formułowania wniosków wynikających z przeprowadzonych eksperymentów i symulowanych doświadczeń.
8. Doskonalenie umiejętności interpretacji danych przedstawionych w postaci tabel, diagramów i wykresów.
  9. Inspirowanie dociekliwości i postawy badawczej, wdrażanie do rzetelnej i odpowiedzialnej działalności intelektualnej.
  10. Inspirowanie do świadomego i aktywnego udziału w procesie nauczania.
  11. Rozwijanie samodzielności w podejmowaniu decyzji.
  12. Doskonalenie umiejętności pracy w zespole.



### III. TREŚCI KSZTAŁCENIA

Część I. Treści kształcenia zawarte w pierwszym tomie podręcznika *Z fizyką w przyszłość*.

#### 1. Opis ruchu postępowego

- Elementy działań na wektorach
- Podstawowe pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch
- Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych
- Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych

#### 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

- Klasyfikacja poznanych oddziaływań
- Zasady dynamiki Newtona
- Ogólna postać drugiej zasady dynamiki
- Zasada zachowania pędu dla układu ciał
- Tarcie
- Siły w ruchu po okręgu
- Opis ruchu w układach nieinercjalnych

#### 3. Praca, moc, energia mechaniczna

- Iloczyn skalarny dwóch wektorów
- Praca i moc
- Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej
- Zasada zachowania energii mechanicznej

#### 4. Zjawiska hydrostatyczne

- Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala
- Prawo Archimedesesa
- Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości

#### 5. Pole grawitacyjne

- O odkryciach Kopernika i Keplera
- Prawo powszechnej grawitacji
- Pierwsza prędkość kosmiczna
- Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym
- Natężenie pola grawitacyjnego
- Praca w polu grawitacyjnym
- Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym
- Druga prędkość kosmiczna
- Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia

#### 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej

- Iloczyn wektorowy dwóch wektorów
- Ruch obrotowy bryły sztywnej
- Energia kinetyczna bryły sztywnej
- Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły
- Moment pędu bryły sztywnej

- Analogie występujące w opisie ruchu postępowego i obrotowego
- Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie

### **Aneks 1. Niepewności pomiarowe**

- Wiadomości wstępne
- Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)
- Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)
- Graficzne przedstawienie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami
- Dopasowanie prostej do wyników pomiarów

### **Aneks 2. Doświadczenia**

- Opisujemy rozkład normalny
- Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym
- Badamy ruch po okręgu
- Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej
- Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego
- Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego

Część II . Treści kształcenia zawarte w drugim tomie podręcznika *Z fizyką w przyszłość*

### **7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne**

- Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody
- Matematyczny opis ruchu harmonicznego
  - Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym
  - Okres drgań w ruchu harmonicznym
  - Energia w ruchu harmonicznym
- Wahadło matematyczne
- Drgania wymuszone i rezonansowe
- Właściwości sprężyste ciał stałych
- Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne
- Wielkości charakteryzujące fale
- Funkcja falowa dla fali płaskiej.
- Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach
- Zasada Huygensa
- Zjawisko dyfrakcji
- Interferencja fal harmonicznymi wysyłanych przez identyczne źródła
- Fale akustyczne
- Zjawisko Dopplera

### **8. Zjawiska termodynamiczne**

- Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe
- Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki
- Energia wewnętrzna. Ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki
- Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona
- Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu
- Przemiany gazu doskonałego
  - Przemiana izotermiczna

- Przemiana izochoryczna
- Przemiana izobaryczna
- Ciepło właściwe i molowe
- Przemiana adiabatyczna
- Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki
- Topnienie i krzepnięcie. Parowanie i skraplanie. Sublimacja i resublimacja. Wrzenie i skraplanie w temperaturze wrzenia
- Rozszerzalność termiczna ciał
- Transport energii przez przewodzenie i konwekcję

## 9. Pole elektryczne

- Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych
- Prawo Coulomba. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku
- Natężenie pola elektrostatycznego
- Zasada superpozycji natężeń pól
- Przewodnik naelektryzowany
- Praca w polu elektrostatycznym
  - Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym
  - Praca w centralnym polu elektrostatycznym
- Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym
- Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym
- Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika
- Przewodnik w polu elektrostatycznym
- Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator
- Pojemność kondensatora płaskiego
- Energia naładowanego kondensatora
- Dielektryk w polu elektrostatycznym

## 10. Prąd stały

- Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu
- Pierwsze prawo Kirchhoffa
- Prawo Ohma dla odcinka obwodu
- Od czego zależy opór przewodnika?
- Praca i moc prądu elektrycznego
- Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej
- Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej
- Prawo Ohma dla obwodu
- Drugie prawo Kirchhoffa

## 11. Pole magnetyczne

- Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu
- Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną
- Wektor indukcji magnetycznej
- Strumień wektora indukcji magnetycznej
- Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem
- Pole magnetyczne zwojnicy i kołowej pętli

- Przewodnik z prądem w polu magnetycznym
- Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym
- Budowa i zasada działania silnika elektrycznego
- Właściwości magnetyczne substancji
- Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe

## **12. Indukcja elektromagnetyczna**

- Zjawisko indukcji elektromagnetycznej
  - Prąd indukcyjny
  - Siła elektromotoryczna indukcji
  - Reguła Lenza
- Zjawisko samoindukcji
- Generator prądu przemiennego. Właściwości prądu przemiennego
- Budowa i zasada działania transformatora

## **13. Optyka**

- Zjawiska odbicia i załamania światła
- Całkowite wewnętrzne odbicie
- Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste
- Płytką równoległościenna i pryzmat
- Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach

## **14. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii**

- Fale elektromagnetyczne
- Światło jako fala elektromagnetyczna
  - Pomiar wartości prędkości światła
  - Zjawisko rozszczepienia światła
  - Doświadczenie Younga
  - Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna
  - Polaryzacja światła
- Zjawisko fotoelektryczne
- Promieniowanie ciał. Widma
- Model Bohra atomu wodoru
- Promieniowanie rentgenowskie
- Fale materii

## **15. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania**

- Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania

### **Aneks. Doświadczenia**

- Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny
- Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego
- Badanie kształtu linii pola elektrycznego
- Badanie kształtu linii pola magnetycznego
- Wyznaczanie współczynnika załamania światła
- Wyznaczanie powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki
- Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej.

## IV. OGÓLNY ROZKŁAD MATERIAŁU

### Propozycja przydziału godzin na poszczególne działy

#### Część 1

Nr	Dział fizyki	Liczba godzin przeznaczonych na			
		nowe treści	rozwiązywanie zadań	powtórzenie, sprawdzenie	łącznie
1	Opis ruchu postępowego	14	2	2	18
2	Siła jako przyczyna zmian ruchu	11	2	2	15
3	Praca, moc, energia mechaniczna	7	2	2	11
4	Zjawiska hydrostatyczne	5	–	2	7
5	Pole grawitacyjne	9	2	2	13
6	Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej	9	2	2	13
7	Niepewności pomiarowe	5	–	–	5
8	Doświadczenia	8	–	–	8
	Całkowita liczba godzin	68	10	12	90

#### Część 2

Nr	Dział fizyki	Liczba godzin przeznaczonych na			
		nowe treści	rozwiązywanie zadań	powtórzenie, sprawdzenie	łącznie
1	Ruch harmoniczny i fale mechaniczne	17	2	2	21
2	Zjawiska termodynamiczne	18	2	2	22
3	Pole elektryczne	16	2	2	20
4	Prąd stały	10	2	2	14
5	Pole magnetyczne	12	2	2	16
6	Indukcja elektromagnetyczna	10	2	2	14
7	Optyka	6	2	2	10
8	Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii	15	2	2	19
9	Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	4	–	2	6
10	Doświadczenia	8	–	–	8
	Całkowita liczba godzin	116	16	18	150

## V. SZCZEGÓŁOWY ROZKŁAD MATERIAŁU

### 1. Opis ruchu postępowego – 18 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Elementy działań na wektorach	2
2. Podstawowe pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch	3
3. Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych	6
4. Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	3
5. Rozwiązywanie zadań	2
6. Powtórzenie wiadomości	1
7. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu – 15 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Klasyfikacja poznanych oddziaływań	1
2. Zasady dynamiki Newtona	3
3. Ogólna postać drugiej zasady dynamiki	1
4. Zasada zachowania pędu dla układu ciał	2
5. Tarcie	1
6. Siły w ruchu po okręgu	1
7. Opis ruchu w układach nieinercjalnych	2
8. Rozwiązywanie zadań	2
9. Powtórzenie wiadomości	1
10. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna – 11 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów	1
2. Praca i moc	2
3. Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	2
4. Zasada zachowania energii mechanicznej	2
5. Rozwiązywanie zadań	2
6. Powtórzenie wiadomości	1
7. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

#### 4. Zjawiska hydrostatyczne – 7 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	1
2. Prawo Archimedesesa	1
3. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości	1
4. Rozwiązywanie zadań	2
5. Powtórzenie wiadomości	1
6. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

#### 5. Pole grawitacyjne – 13 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. O odkryciach Kopernika i Keplera	1
2. Prawo powszechnej grawitacji	1
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	1
4. Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	1
5. Natężenie pola grawitacyjnego	1
6. Praca w polu grawitacyjnym	1
7. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	1
8. Druga prędkość kosmiczna	1
9. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	1
10. Rozwiązywanie zadań	2
11. Powtórzenie wiadomości	1
12. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

#### 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej – 13 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	1
2. Ruch obrotowy bryły sztywnej	2
3. Energia kinetyczna bryły sztywnej	1
4. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	2
5. Moment pędu bryły sztywnej	1
6. Analogie występujące w opisie ruchu postępowego i obrotowego	1
7. Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie	1
8. Rozwiązywanie zadań	2
9. Powtórzenie wiadomości	1
10. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### Aneks 1. Niepewności pomiarowe – 5 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Wiadomości wstępne. Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)	1
2. Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)	2
3. Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami	1
4. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	1

### Aneks 2. Doświadczenia – 8 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Opisujemy rozkład normalny	1
2. Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym	2
3. Badamy ruch po okręgu	1
4. Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej	1
5. Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego	2
6. Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego	1

### 7. Ruch harmoniczny (drgania) i fale mechaniczne – 21 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody	1
2. Matematyczny opis ruchu harmonicznego <ul style="list-style-type: none"><li>– Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym</li><li>– Okres drgań w ruchu harmonicznym</li><li>– Energia w ruchu harmonicznym</li></ul>	2 1 1
3. Wahadło matematyczne	1
4. Drgania wymuszone i rezonansowe	1
5. Właściwości sprężyste ciał stałych	1
6. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	1
7. Wielkości charakteryzujące fale	1
8. Funkcja falowa dla fali płaskiej	1
9. Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach	1
10. Zasada Huygensa	1
11. Zjawisko dyfrakcji	1
12. Interferencja fal harmonicznnych wysyłanych przez identyczne źródła	1
13. Fale akustyczne	1
14. Zjawisko Dopplera	1
15. Rozwiązywanie zadań	2
16. Powtórzenie wiadomości	1
17. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności	1



## 8. Zjawiska termodynamiczne – 22 godziny

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe	1
2. Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki	1
3. Energia wewnętrzna. Ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki	2
4. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	1
5. Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu	1
6. Przemiany gazu doskonałego – Przemiana izotermiczna – Przemiana izochoryczna – Przemiana izobaryczna	3
7. Ciepło właściwe i molowe	1
8. Przemiana adiabatyczna	1
9. Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki	2
10. Topnienie i krzepnięcie. Parowanie i skraplanie. Sublimacja i resublimacja. Wrzenie i skraplanie w temperaturze wrzenia	3
11. Rozszerzalność termiczna ciał	1
12. Transport energii przez przewodzenie i konwekcję	1
13. Rozwiązywanie zadań	2
14. Powtórzenie wiadomości	1
15. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 9. Pole elektryczne – 20 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	1
2. Prawo Coulomba. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	2
3. Natężenie pola elektrostatycznego	1
4. Zasada superpozycji natężeń pól	1
5. Przewodnik naelektryzowany	1
6. Praca w polu elektrostatycznym – Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym – Praca w centralnym polu elektrostatycznym	3
7. Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym	1
8. Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym	1
9. Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika. Przewodnik w polu elektrostatycznym	1
10. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego Kondensator	1
11. Pojemność kondensatora płaskiego	1
12. Energia naładowanego kondensatora	1
13. Dielektryk w polu elektrostatycznym	1

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
14. Rozwiązywanie zadań	2
15. Powtórzenie wiadomości	1
16. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 10. Prąd stały – 14 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu	1
2. Pierwsze prawo Kirchhoffa	1
3. Prawo Ohma dla odcinka obwodu	1
4. Od czego zależy opór przewodnika?	1
5. Praca i moc prądu elektrycznego	1
6. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników energii elektrycznej	2
7. Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej	1
8. Prawo Ohma dla obwodu	1
9. Drugie prawo Kirchhoffa	1
10. Rozwiązywanie zadań	2
11. Powtórzenie wiadomości	1
12. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 11. Pole magnetyczne – 16 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	1
2. Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną	1
3. Wektor indukcji magnetycznej	1
4. Strumień wektora indukcji magnetycznej	1
5. Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem	1
6. Pole magnetyczne zwojnicy i kołowej pętli	1
7. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	1
8. Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym	1
9. Budowa i zasada działania silnika elektrycznego	1
10. Właściwości magnetyczne substancji	2
11. Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe	1
12. Rozwiązywanie zadań	2
13. Powtórzenie wiadomości	1
14. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 12. Indukcja elektromagnetyczna – 14 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej – Prąd indukcyjny – Siła elektromotoryczna indukcji – Reguła Lenza	5
2. Zjawisko samoindukcji	1
3. Generator prądu przemiennego. Właściwości prądu przemiennego	2
4. Budowa i zasada działania transformatora	2
5. Rozwiązywanie zadań	2
6. Powtórzenie wiadomości	1
7. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 13. Optyka – 10 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Zjawiska odbicia i załamania światła	1
2. Całkowite wewnętrzne odbicie	1
3. Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste	1
4. Płytką równoległościenna i pryzmat	1
5. Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach	2
6. Rozwiązywanie zadań	2
7. Powtórzenie wiadomości	1
8. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 14. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii – 19 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Fale elektromagnetyczne	1
2. Światło jako fala elektromagnetyczna – Pomiar wartości prędkości światła – Zjawisko rozszczepienia światła – Doświadczenie Younga – Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna – Polaryzacja światła	6
3. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	2
4. Promieniowanie ciał. Widma	2
5. Model Bohra atomu wodoru	1
6. Promieniowanie rentgenowskie	2

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
7. Fale materii	1
8. Rozwiązywanie zadań	2
9. Powtórzenie wiadomości	1
10. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### **15. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki i izolatory i ich zastosowania – 6 godzin**

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	4
2. Powtórzenie wiadomości	1
3. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### **Aneks. Doświadczenia – 8 godzin**

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny	1
2. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego	1
3. Badanie kształtu linii pola elektrostatycznego	1
4. Badanie kształtu linii pola magnetycznego	1
5. Wyznaczanie współczynnika załamania światła	1
6. Wyznaczania powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki	1
7. Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej	2

## VI. CELE OPERACYJNE, CZYLI PLAN WYNIKOWY (CZ. 1)

### 1. Grawitacja

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wymienić cechy wektora,</li> <li>• dodać wektory,</li> <li>• odjąć wektor od wektora,</li> <li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę,</li> <li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach,</li> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych,</li> <li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li> <li>• mnożyć wektory skalarnie i wektorowo,</li> <li>• odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej.</li> </ul>	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
2	Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi,</li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• obliczać szybkość średnią,</li> <li>• narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi,</li> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>• narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie,</li> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym</li> <li>• przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych,</li> <li>• rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
3	<p><b>Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</li> <li>obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</li> <li>sporządzać wykresy <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</li> <li>obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> <li>obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</li> <li>porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>\vec{v}</math> i <math>\vec{a}</math> mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwny zwroty.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),</li> <li>wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,</li> <li>sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math> jako drogę w dowolnym ruchu,</li> <li>zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych,</li> <li>rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</li> <li>• objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>• wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>• wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• stosować miarę łukową kąta,</li> <li>• zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać matematycznie rzut poziomy,</li> <li>• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>• wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>• przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.</li> </ul>



## 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Klasyfikacja poznanych oddziaływań	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”,</li> <li>wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań,</li> <li>objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało”.</li> </ul>		
2	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować poprawnie zasady dynamiki,</li> <li>posługiwać się pojęciem układu inercjalnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.</li> </ul>
3	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem pędu,</li> <li>zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować graficznie pęd układu ciał,</li> <li>obliczać wartość pędu układu ciał,</li> <li>stosować ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>objaśnić pojęcie środka masy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• rozróżnić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• zapisać wzory na wartości sił tarcia kinetycznego i statycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.</li> </ul>
5	Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało),</li> <li>• objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.</li> </ul>
6	Opis ruchu w układach inercyjnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić układy inercjalne i nieinercjalne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych (siły bezwładności).</li> </ul>	

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów</li> <li>podać cechy iloczynu skalarnego.</li> </ul>	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać pracę stałej siły,</li> <li>obliczać moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia,</li> <li>obliczać chwilową moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.</li> </ul>
3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi,</li> <li>obliczać energię kinetyczną ciała,</li> <li>wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał,</li> <li>sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał,</li> <li>posługiwać się pojęciem siły zachowawczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na energię kinetyczną.</li> <li>rozwiązywać zadania, korzystając ze związków:  <math>\Delta E_m = W_z</math>  <math>\Delta E_p = W_{\text{siły zewn. równoważące siłę wewn.}}</math>  <math>\Delta E_p = -W_{wf}</math>  <math>\Delta E_k = W_{Fwyp.}</math> </li> </ul>
4	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii,</li> <li>stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń,</li> <li>stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</li> <li>rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.</li> </ul>

#### 4. Hydrostatyka

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Cisnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować ciśnienie,</li> <li>objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego,</li> <li>objaśnić prawo Pascala,</li> <li>objaśnić prawo naczyń połączonych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego,</li> <li>objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala,</li> <li>objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyń połączonych do wyznaczenia gęstości cieczy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy z hydrostatyki.</li> </ul>
2	Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić prawo Archimedesesa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić warunki pływania ciał.</li> <li>rozwiązywać zadania, stosując prawa Archimedesesa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić prawo Archimedesesa.</li> </ul>
3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości ciał stałych i cieczy.</li> </ul>		

## 5. Pole grawitacyjne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	O odkryciach Kopernika i Keplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić założenia teorii heliocentrycznej</li> <li>sformułować i objaśnić treść praw Keplera</li> <li>opisać ruchy planet Układu Słonecznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.</li> </ul>
2	Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji,</li> <li>podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,</li> <li>na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać sens fizyczny stałej grawitacji,</li> <li>wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi,</li> <li>omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji,</li> <li>przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona,</li> <li>przygotować prezentację na temat roli Newtona w rozwoju nauki.</li> </ul>
3	Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie,</li> <li>porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca,</li> <li>porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchylen tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.</li> </ul>
5	Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola,</li> <li>przedstawić graficznie pole grawitacyjne,</li> <li>poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r \geq R</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości</li> <li>sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r &lt; R</math>,</li> <li>rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego,</li> <li>przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”.</li> </ul>
6	Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym</li> <li>objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	<b>Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odpowiedzieć na pytania: Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym? Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,</li> <li>poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”,</li> <li>poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności <math>E_p(r)</math>,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej.</li> </ul>
8	<b>Druga prędkość kosmiczna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić wzór wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości.</li> </ul>
9	<b>Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości,</li> <li>opisać (w układzie inercjalnym i nieinercjalnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercjalnych,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności,</li> <li>przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka.</li> </ul>

## 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów,</li> <li>• podać jego cechy (wartość i kierunek, zwrot).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne.</li> </ul>
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy,</li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość kątaowa średnia i chwilowa, prędkość kątaowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątaowe średnie i chwilowe,</li> <li>• stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątaowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkość kątaową średnią i chwilową, prędkość kątaową średnią i chwilową, przyspieszenie kątaowe średnie i chwilowe,</li> <li>• opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątaowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątaowego.</li> </ul>
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję momentu bezwładności bryły,</li> <li>• obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym,</li> <li>• stosować twierdzenie Steinera,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątaową wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są różne.</li> </ul>



Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	<b>Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły sztywnej.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu siły,</li> <li>• podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment siły,</li> <li>• obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot,</li> <li>• znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>
5	<b>Moment pędu bryły sztywnej</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem momentu pędu,</li> <li>• podać treść zasad zachowania momentu pędu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment pędu,</li> <li>• obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii,</li> <li>• zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.</li> </ul>
6	<b>Analogie występujące w opisie ruchu postępowego obrotowego</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego.</li> </ul>	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie		<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać toczenie bez poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy,</li> <li>• opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</li> <li>• znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły,</li> <li>• zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły sztywnej.</li> </ul>	

## Aneks 1 i Aneks 2. Niepewności pomiarowe. Doświadczenia

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
Aneks 1 1-5	<p>Wiedomości wstępne</p> <p>Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)</p> <p>Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)</p> <p>Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami</p> <p>Dopasowanie prostej do wyników pomiarów</p> <p>Opisujemy rozkład normalny</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym</p> <p>Badamy ruch po okręgu</p> <p>Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej</p> <p>Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego</p>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych),</li> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych),</li> <li>odróżnić błędy od niepewności</li> <li>odróżnić błędy grube od błędów systematycznych,</li> <li>wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru,</li> <li>wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych,</li> <li>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</li> <li>ocenić dokładność przyrządu</li> <li>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować oś, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniejszej korzystnego przypadku,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>dopasować graficznie prosta do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> <li>samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prosta do wyników pomiarów,</li> <li>obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</li> </ul>
Aneks 2 1-6	<p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym</p> <p>Badamy ruch po okręgu</p> <p>Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej</p> <p>Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego</p>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych),</li> <li>odróżnić błędy od niepewności</li> <li>odróżnić błędy grube od błędów systematycznych,</li> <li>wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru,</li> <li>wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych,</li> <li>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</li> <li>ocenić dokładność przyrządu</li> <li>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować oś, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniejszej korzystnego przypadku,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>dopasować graficznie prosta do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> <li>samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prosta do wyników pomiarów,</li> <li>obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</li> </ul>

## PLAN WYNIKOWY (CZ. 2)

### 7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-5	<p>Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody</p> <p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym</li> <li>- okres drgań w ruchu harmonicznym</li> <li>- energia w ruchu harmonicznym</li> </ul> <p>Wahadło matematyczne</p> <p>Drgania wymuszone i rezonansowe</p> <p>Właściwości sprężyste ciał stałych</p>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,</li> <li>• wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi,</li> <li>• podać sens fizyczny współczynnika sprężystości.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu,</li> <li>• obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystania właściwości sprężystych ciał.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,</li> <li>• wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego,</li> <li>• podać treść prawa Hooke'a</li> <li>• objaśnić wykres zależności <math>p(\Delta l/l_0)</math>.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
6–14	<p>Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne</p> <p>Wielkości charakteryzujące fale</p> <p>Funkcja falowa dla fali płaskiej</p> <p>Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach</p> <p>Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji</p> <p>Interferencja fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła</p> <p>Fale akustyczne</p> <p>Zjawisko Dopplera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,</li> <li>wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale,</li> <li>podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,</li> <li>opisać fale akustyczne,</li> <li>opisać sytuację, w której występuje zjawisko Dopplera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej,</li> <li>matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach,</li> <li>opisać fale stojące,</li> <li>wyjaśnić pojęcie spójności fal,</li> <li>objaśnić zasadę Huygensa,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła,</li> <li>rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego,</li> <li>rozwiązywać zadania dotyczące efektu Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.</li> </ul>

## 8. Zjawiska termodynamiczne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić właściwości gazów,</li> <li>objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li> <li>wymienić właściwości cieczy,</li> <li>wymienić właściwości ciała stałych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,</li> <li>wyjaśnić zjawiska menisku,</li> <li>wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul>	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
2-3	Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki Energia wewnętrzna. Ciepło	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,</li> <li>zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło,</li> <li>przeliczać temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu,</li> <li>wyjaśnić zjawiska i rozwiązywać zadania, stosując pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul>
4-8	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu Przemiany gazu doskonałego Przemiana izotermiczna Przemiana izochoryczna Ciepło właściwe i ciepło molowe Przemiana adiabaticzna	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów,</li> <li>zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego,</li> <li>wymienić i opisać przemiany gazowe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i objaśnić wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej),</li> <li>zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona,</li> <li>skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną, adiabaticzną),</li> <li>sporządzić i interpretować wykresy, np. <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, dla wszystkich przemian,</li> <li>posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego,</li> <li>obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu doskonałego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym,</li> <li>zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych,</li> <li>wyprowadzić związek między <math>C_p</math> i <math>C_v</math></li> <li>rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
9	Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zasadę działania silnika cieplnego,</li> <li>wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzić wykres <math>p(V)</math> dla cyklu Carnota i opisać go,</li> <li>zdefiniować sprawność silnika cieplnego.</li> <li>zapisać wzór na sprawność idealnego silnika Carnota,</li> <li>obliczać sprawności silników cieplnych,</li> <li>sformułować drugą zasadę termodynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące drugiej zasady termodynamiki,</li> <li>na podstawie wykresów opisywać cykle przemian zachodzących w silnikach.</li> </ul>
10–12	Topnienie i krzepnięcie, parowanie i skraplanie, sublimacja i resublimacja, wrzenie i skraplanie w temperaturze wrzenia Rozszerzalność termiczna ciał Transport energii przez przewodzenie i konwekcję	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia,</li> <li>omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności ciał,</li> <li>podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła i ciał, które źle przewodzą ciepło,</li> <li>opisać zjawisko konwekcji w cieczach i gazach,</li> <li>podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska konwekcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy,</li> <li>sporządzić i interpretować odpowiednie wykresy,</li> <li>opisać przemiany energii w tych zjawiskach,</li> <li>obliczać zmiany objętości ciał spowodowane zmianami temperatury</li> <li>omówić doświadczenia, pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń,</li> <li>wyjaśnić przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na podstawie teorii kinetyczno-molekularnej,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące przejść fazowych,</li> <li>zdefiniować współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej,</li> <li>podać związki między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego,</li> <li>objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.</li> </ul>

## 9. Pole elektryczne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-2	<p><b>Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba</b></p> <p><b>Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</li> <li>zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</li> <li>wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li> <li>opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, postępując się zasadą zachowania ładunku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka,</li> <li>obliczać wartości sił Coulomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.</li> </ul>



Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
3-9	<p>Natężenie pola elektrostatycznego</p> <p>Zasada superpozycji natężeń pól</p> <p>Praca w polu elektrostatycznym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym.</li> <li>- Praca w centralnym polu elektrostatycznym</li> </ul> <p>Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym</p> <p>Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym</p> <p>Naelektryzowany przewodnik</p> <p>Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika</p> <p>Przewodnik w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>• przedstawić graficznie pole jednorodne i centralne,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?,</li> <li>• potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku,</li> <li>• opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres <math>E(r)</math>,</li> <li>• korzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez układ ładunków,</li> <li>• posługiwać się pojęciem dipola elektrycznego,</li> <li>• obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku,</li> <li>• obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym,</li> <li>• podać definicję elektronowolta, <math>E(r)</math> dla układu ładunków punktowych,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego,</li> <li>• opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku</li> <li>• wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola,</li> <li>• opisać zachowane dipola w zwnętrznym, jednorodnym polu elektrostatycznym,</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ładunku w polu centralnym,</li> <li>• wyprowadzić wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym,</li> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola elektrostatycznego,</li> <li>• zaproponować doświadczenie sprawdzające rozkład ładunku na powierzchni przewodnika.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
10–13	<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator płaskiego</p> <p>Pojemność kondensatora płaskiego</p> <p>Energia naładowanego kondensatora</p> <p>Dielektryk w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?,</li> <li>• objaśnić pojęcie kondensatora,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie stałej dielektrycznej,</li> <li>• wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora,</li> <li>• objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące pojemności i energii kondensatora płaskiego,</li> <li>• opisać zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.</li> </ul>

## 10. Prąd stały

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-9	<p>Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu</p> <p>Pierwsze prawo Kirchhoffa</p> <p>Prawo Ohma dla odcinka obwodu</p> <p>Od czego zależy opór przewodnika?</p> <p>Praca i moc prądu elektrycznego</p> <p>Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników energii elektrycznej.</p> <p>Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej</p> <p>Prawo Ohma dla obwodu</p> <p>Drugie prawo Kirchhoffa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,</li> <li>podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy opór elektryczny przewodnika?,</li> <li>opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika,</li> <li>obliczyć opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne,</li> <li>narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,</li> <li>posługiwać się pojęciami napięcia elektrycznego pracy i mocy prądu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu,</li> <li>objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> <li>podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,</li> <li>wyjaśnić pojęcie siły elektromotoryczną źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego,</li> <li>zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego prawu Ohma,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej?,</li> <li>stosować do rozwiązywania zadań drugie prawo Kirchhoffa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać zadania związane z przepływem prądu stałego w zamkniętych obwodach,</li> <li>opisać możliwości wykorzystania właściwości elektrycznych ciał,</li> <li>przygotować prezentację na temat łączenia ogniw i</li> <li>objaśnić związki pomiędzy <math>\mathcal{E}</math>, <math>I</math>, <math>r</math> dla układu ogniw ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznym połączonych szeregowo równoległe.</li> </ul>

## 11. Pole magnetyczne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1–10	<p>Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu</p> <p>Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną</p> <p>Wektor indukcji magnetycznej</p> <p>Strumień wektora indukcji magnetycznej.</p> <p>Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem</p> <p>Pole magnetyczne zwojnicy</p> <p>Przewodnik z prądem w polu magnetycznym</p> <p>Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym</p> <p>Budowa i zasada działania silnika elektrycznego</p> <p>Właściwości magnetyczne substancji</p>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego,</li> <li>• opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego kołowej pętli i zwojnicy,</li> <li>• podać cechy wektora indukcji magnetycznej <math>\vec{B}</math> i jej jednostkę,</li> <li>• opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,</li> <li>• podać cechy siły elektrodynamicznej,</li> <li>• podać cechy siły Lorentza,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku <math>\vec{B} \perp \Delta \vec{l}</math>,</li> <li>• objaśnić pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę,</li> <li>• podać przykłady zastosowania ferromagnetyków.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować indukcję magnetyczną,</li> <li>• zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>• określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej i siły Lorentza w konkretnych przypadkach,</li> <li>• opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej,</li> <li>• obliczyć strumień magnetyczny</li> <li>• objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,</li> <li>• jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami <math>\vec{B}</math> i <math>\vec{v}</math>,</li> <li>• przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem <math>\vec{B}</math> i przewodnikiem,</li> <li>• opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera,</li> <li>• przedyskutować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami <math>\vec{B}</math> i <math>\vec{v}</math>,</li> <li>• przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu,</li> <li>• rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną i przewodnik z prądem.</li> </ul>
11	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe		<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić fakt występowania sił sprężystości, sił starcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczach oddziaływaniami elektromagnetycznymi między cząsteczkami ciał.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych.</li> </ul>

## 12. Indukcja elektromagnetyczna

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-4	<p>Zjawisko indukcji elektromagnetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prąd indukcyjny</li> <li>- Siła elektromotoryczna indukcji</li> <li>- Reguła Lenza</li> </ul> <p>Zjawisko samoindukcji</p> <p>Generator prądu przemiennego.</p> <p>Właściwości prądu przemiennego</p> <p>Budowa i zasada działania transformatora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania, podać przykładowe sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego,</li> <li>• stosować regułę Lenza,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?, poprawnie interpretować prawo Faradaya i indukcji elektromagnetycznej,</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojniczy?</li> <li>• podać jednostkę indukcyjności, wymienić wielkości opisujące prąd przemienny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\mathcal{E}(t)</math>,</li> <li>• poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji i samoindukcji,</li> <li>• objaśnić zasadę działania prądu prądu przemiennego, postępując się wielkościami opisującymi prąd przemienny, obliczać pracę i moc prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a</li> <li>• objaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>• podać przykłady zastosowania transformatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\mathcal{E}</math> dla prądu prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego przesyłane energii elektrycznej wiąże się z jej stratami,</li> <li>• przygotować prezentację na temat przesyłania energii elektrycznej na duże odległości.</li> </ul>

### 13. Optyka

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-2	Zjawiska odbicia i załamania światła Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,</li> <li>• sformułować i stosować prawo odbicia,</li> <li>• wyjaśnić zjawisko rozpraszania,</li> <li>• opisać zjawisko załamania światła,</li> <li>• zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</li> <li>• objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li> <li>• wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków,</li> <li>• zdefiniować kąt graniczny,</li> <li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić przykłady zastosowana płytki równoległościennej,</li> <li>• podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w wyniku przejścia pryzmat.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
3-5	<b>Zwierciadła płaskie i kuliste</b> <b>Płytką równoległościenną i pryzmat</b> <b>Soczewki. Obrazy otrzymywane w soczewkach</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,</li> <li>• omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe,</li> <li>• objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>• opisać rodzaje soczewek,</li> <li>• objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>• objaśnić pojęcie zdolności skupiającej soczewki,</li> <li>• obliczać zdolność skupiającą soczewki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania,</li> <li>• opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania. wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,</li> <li>• zapisać równanie zwierciadła i prawidłowo z niego korzystać,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu,</li> <li>• wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy.</li> <li>• zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować,</li> <li>• obliczać zdolność skupiającą układów cienkich, stykających się soczewek,</li> <li>• sporządzić konstrukcje obrazów w soczewkach i wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,</li> <li>• zapisać i zinterpretować równanie soczewki,</li> <li>• objaśnić działanie oka jako przyrządu optycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować wykres funkcji <math>y(x)</math> dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu,</li> <li>• wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł,</li> <li>• objaśnić zasadę działania lupy,</li> <li>• korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów,</li> <li>• rozstrzygać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystaniem soczewek,</li> <li>• przygotować prezentację na jeden z tematów:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- wady wzroku i sposoby ich korygowania,</li> <li>- zastosowania soczewek i ich układów w przyrządach optycznych</li> <li>- budowa i zasada działania mikroskopu optycznego.</li> </ul> </li> </ul>

#### 14. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-2	<p>Fale elektromagnetyczne</p> <p>Światło jako fala elektromagnetyczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiar wartości prędkości światła</li> <li>- zjawisko rozszczepienia światła</li> <li>- doświadczenie Younga</li> <li>- dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna</li> <li>- polaryzacja światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości omówić ich zastosowania,</li> <li>• opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>• opisać zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• posługiwać się pojęciem spójności fal,</li> <li>• porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego,</li> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka <math>n</math>-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować</li> <li>• objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),</li> <li>• wymienić sposoby polaryzowania światła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności <math>d \sin \alpha = n \lambda</math>.</li> <li>• posługiwać się pojęciem kąta Brewstera.</li> </ul>



Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
3	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>• sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>• podać przykłady zastosowania fotokomórki,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,</li> <li>– od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu,</li> </ul> </li> <li>• wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,</li> <li>• napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów,</li> <li>• narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować i omówić charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki,</li> <li>• omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektryczny i wynikające z nich wnioski,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego,</li> <li>• przygotować prezentację „Narodziny fizyki kwantowej”.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4-5	<b>Promieniowanie ciał. Widma Model Bohra atomu wodoru</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe</li> <li>• rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne</li> <li>• opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy</li> <li>• opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków.</li> <li>• opisać szczegółowo widmo atomu wodoru</li> <li>• objaśnić wzór Balmera</li> <li>• opisać metodę analizy widmowej</li> <li>• podać przykłady zastosowania analizy widmowej</li> <li>• wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym</li> <li>• posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy że promienie orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i zapisać postulaty Bohra,</li> <li>• obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru,</li> <li>• zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach,</li> <li>• obliczyć długości i częstotliwości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru,</li> <li>• objaśnić uogólniony wzór Balmera,</li> <li>• opisać różnice między światłem laserowym a światłem wysyłanym przez inne źródła,</li> <li>• wymienić zastosowania lasera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy że światło ma naturę dualną.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
6	<b>Promieniowanie rentgenowskie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać właściwości promieni X,</li> <li>wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania),</li> <li>wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania charakterystycznego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania <math>\lambda_{\text{min}}</math></li> <li>wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\text{min}}</math></li> <li>omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</li> <li>omówić zjawisko Comptona,</li> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść hipotezy de Broglie'a,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a,</li> <li>• obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych,</li> <li>• oszacować długość fal materii dla obiektów makroskopowych i makroskopowych,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów makroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów makroskopowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach),</li> <li>• przedstawić problem interpretacji fal materii,</li> <li>• omówić zastosowanie falowych właściwości cząstek ( badanie kryształów, mikroskop elektronowy),</li> <li>• przygotować prezentację na temat:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– interferencja fal materii na dwóch szczelinach.</li> <li>– interferencja pojedynczych elektronów (np. korzystając z animacji i symulacji zamieszczonych w multimedialnej obudowie pod ręcznika),</li> </ul> </li> <li>• przygotować prezentację pt. „Dualizm kwantowo-falowy w przyrodzie”.</li> </ul>

### 15. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,</li> <li>• omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,</li> <li>• omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury,</li> <li>• używać pojęć: pasmo dozwolone, pasmo zabronione, pasmo podstawowe (walencyjne), pasmo przewodnictwa,</li> <li>• rozróżnić przewodnik, półprzewodnik i izolator na podstawie przedstawionego graficznie układu pasm energetycznych,</li> <li>• podać przykład zastosowania półprzewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić pasmowy model przewodnictwa ciała stałego,</li> <li>• opisać mechanizm przewodnictwa przewodników, półprzewodników i izolatorów, postępując się pasmowym modelem przewodnictwa,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego opór półprzewodników maleje ze wzrostem temperatury,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego domieszkuje się półprzewodniki,</li> <li>• opisać półprzewodniki typu n i p,</li> <li>• omówić zjawiska występujące na złączu n-p,</li> <li>• omówić działanie diody prostowniczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat zastosowań półprzewodników.</li> </ul>

### Aneks 3. Doświadczenia

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1-7	<p>1. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny</p> <p>2. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego</p> <p>3. Badanie kształtu linii pola elektrycznego</p> <p>4. Badanie kształtu linii pola magnetycznego</p> <p>5. Wyznaczanie współczynnika załamania światła</p> <p>6. Wyznaczanie powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki</p> <p>7. Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej</p>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, dokładność przyrządu</li> <li>• przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>• wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>• sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>• obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>• porządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować oś, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>• zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>• oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku,</li> <li>• przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>• dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>• odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>• podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>• zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>• oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>• ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> <li>• samodzielnie sformułować wniosek wynikające z doświadczenia.</li> </ul>	<p>Uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dopasować prostą do wyników pomiarów,</li> <li>• obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>• obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,</li> <li>• obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>• podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>• ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>• samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</li> </ul>

## VII. PROCEDURY OSIĄGANIA CELÓW

1. Zapewnienie przez szkołę jak najlepszych warunków do wszechstronnej aktywności uczniów na lekcjach fizyki i zajęciach pozalekcyjnych:
  - odpowiednie wyposażenie pracowni fizycznej
  - umożliwienie korzystania z materiałów pomocniczych (przeznaczonych do bezpośredniego wykorzystania podczas lekcji) stanowiących multimedialną obudowę podręczników,
  - stworzenie uczniom możliwości pracy z komputerem (dostęp do Internetu),
  - zgromadzenie w bibliotece encyklopedii (także multimedialnych), poradników encyklopedycznych, leksykonów literatury popularnonaukowej, czasopism popularnonaukowych (np. Świat Nauki, Wiedza i Życie, Młody Technik, Foton, Neutrino), kaset wideo z filmami edukacyjnymi.
2. Dbałość o efektywność procesu samodzielnego kształcenia się uczniów: uczniowie powinni postępować zgodnie z zasadami organizowania i planowania uczenia się, z którymi zostali zapoznani, rozpoczynając naukę w szkole ponadgimnazjalnej.
3. Systematyczne aktywizowanie uczniów do przeprowadzania wszechstronnych operacji umysłowych. Stwarzanie okazji do rozumowania dedukcyjnego, indukcyjnego i przez analogię.
4. Jak najczęstsze stawianie uczniów w sytuacji problemowej i indywidualizowanie nauczania poprzez różnicowanie problemów dla poszczególnych grup uczniów w zależności od ich aktualnych możliwości intelektualnych.
5. Wymaganie posługiwania się przez uczniów językiem fizyki i dbałość o poprawne definiowanie wielkości fizycznych, odczytywanie ich sensu fizycznego ze wzorów definiujących, ustalanie zależności od innych wielkości fizycznych, poprawne wypowiadanie treści praw fizycznych i zapisywanie ich w języku matematyki, interpretację praw przedstawionych w matematycznej formie.
6. Stwarzanie uczniom możliwości:
  - formułowania dłuższych wypowiedzi w języku fizyki,
  - pisemnego, zwięzłego wyjaśniania zjawisk fizycznych i uzasadniania odpowiedzi na pytania.
7. Zwracanie uwagi na merytoryczną i logiczną poprawność ustnych i pisemnych wypowiedzi.
8. Możliwie częste wymaganie od uczniów:
  - samodzielnego wyszukiwania i gromadzenia materiałów, służących do opracowania wybranych zagadnień z fizyki lub tematów interdyscyplinarnych,
  - korzystania z literatury popularnonaukowej i interaktywnych programów (np. publikowanych na stronie [www.zamkor.pl](http://www.zamkor.pl)),
  - sporządzania konspektów, notatek i referatów na zadany temat.
9. Stwarzanie uczniom możliwości prezentowania wyników samodzielnej pracy.

10. Planowanie przez uczniów i wykonywanie doświadczeń fizycznych (indywidualnie lub w grupach), opracowywanie i prezentowanie wyników, szacowanie niepewności pomiarowych.
11. Stosowanie różnorodnych metod nauczania ze szczególnym uwzględnieniem metod aktywizujących.



## VIII. PROPOZYCJE METOD OCENY OSIĄGNIĘĆ UCZNIÓW

Jednym z celów uczenia fizyki na poziomie rozszerzonym jest przygotowanie uczniów do egzaminu maturalnego z fizyki i kontynuowania kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych. Kontroli i ocenie powinny więc podlegać wiedza i umiejętności, umożliwiające spełnienie standardów egzaminacyjnych, stanowiące podstawę nauki fizyki na poziomie uniwersyteckim.

Kontrola i ocena ma na celu dostarczenie uczniom częstej i możliwie pełnej informacji o aktualnym poziomie ich wiedzy i umiejętności, a postępach lub ich braku. Wachlarz umiejętności niezbędnych uczniom uczącym się fizyki na poziomie rozszerzonym jest bardzo szeroki, co pociąga za sobą konieczność stosowania różnorodnych form kontroli zarówno bieżącej, jak i związanej z oceną sumującą.

Należy więc planować:

### 1. Sprawdziany pisemne:

#### a) w formie zbliżonej do stosowanej podczas egzaminów maturalnych

- zestawy zadań (także otwartych!) o zróżnicowanym stopniu trudności, zarówno tzw. rachunkowych, w których wymagana jest umiejętność przeprowadzenia poprawnej matematycznie, ilościowej analizy problemu, jak i zadań sprawdzających umiejętność jakościowego rozwiązywania problemów, wyjaśniania zjawisk i uzasadniania stwierdzeń z użyciem poprawnej terminologii i logiczną argumentacją;
- sprawdziany, podczas których uczniowie mogą wykazać się umiejętnością korzystania z samodzielnie zgromadzonych informacji oraz notatek i konspektów sporządzonych w celu rozwiązania problemów;
- sprawdziany umiejętności studiowania,

#### b) w formie testów (do bieżącej, systematycznej kontroli wiedzy i umiejętności)

- wyboru jednokrotnego,
- wyboru wielokrotnego,
- uzupełnień (luk).

### 2. Kontrolę umiejętności eksperymentalnej pracy uczniów (planowanej i wykonywanej indywidualnie lub grupowo), analizowania i dokumentowania wyników doświadczeń (np. sporządzania wykresów, diagramów), szacowania niepewności pomiarowych.

### 3. Kontrolę umiejętności formułowania zwięzłej, poprawnej merytorycznie i logicznie wypowiedzi na zadany temat związany z problemami fizyki, astronomii i zagadnieniami interdyscyplinarnymi.

Ocenianie stanowi nieodłączną część procesu kontroli wiadomości i umiejętności. Ocena może być wyrażona ilościowo (liczbą punktów lub oceną szkolną) lub opisowo, w formie słownego komentarza albo w formie pisemnej (np. recenzja samodzielnego opracowania lub sprawdzianu) w taki sposób, by uwypuklić osiągnięcia ucznia, wskazać braki lub błędy oraz sposoby ich naprawienia. Ocena powinna też pełnić funkcję motywacyjną. Uczniowie wybierający fizykę jako przedmiot realizowany w zakresie rozszerzonym chcą uczyć się jej jak najlepiej. Oceniając ich obiektywnie, rzetelnie i sprawiedliwie, w sposób zachęcający do dalszej wytrwałej pracy, mamy szansę wychować przyszłych fizyków.