

---

## Zespół Szkół w Chojnicach

### Plan pracy dydaktycznej

z przedmiotu- fizyka opracowany zgodnie z podstawą programową realizowany w klasie - **II mat. - fiz. (dział 1-9), III mat. - fiz. (dział 10-15)**

w roku szkolnym **2016/2017**

opracowany i realizowany przez **Mirosława Witkiewicza i Dariusza Trojanka**

do programu i podręcznika „Z fizyką w przyszłość” część I i 2 pod redakcją J. Salach,  
Wydawnictwa ZamKor,  
nr dopuszczenia 548/1/2012, 548/2/2013

Plan pracy dydaktycznej stanowi dokument łączący rozkład materiału ze szczegółowymi celami Pokazuje to niżej przedstawiona tabela, przeniesiona z paragrafu „Planowanie wynikowe”, strona 147 książki B. Niemierki *Między oceną szkolną a dydaktyką*.

### 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 sztywne

- 
- 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 harmonicznnych 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
- Płytki 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

Część 1                      Propozycja przydziału godzin na poszczególne działy

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	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	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	15	2	2	19
9	Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich	4	–	2	6
10	Doświadczenia	8	–	–	8
	Całkowita liczba	116	16	18	150

## 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	2
– Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym	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. Sprawdzian 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	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

**8. Zjawiska termodynamiczne – 22 godziny**

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	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	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 równoległościenną 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	6
3. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	2
4. Promieniowanie ciał. Widma	2
5. Model Bohra atomu wodoru	1
6. Promieniowanie rentgenowskie	2

<b>12. Indukcja elektromagnetyczna – 14 godzin</b>	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

### Interpretacja planu wynikowego - OCENY

- dopuszczający - treści podstawowe wytłuszczone
- dostateczny - treści podstawowe
- dobry - treści rozszerzone
- bardzo dobry - treści dopełniające
- celujący - treści dopełniające wytłuszczone

## 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>• <b>wymienić cechy wektora,</b></li> <li>• <b>dodać wektory,</b></li> <li>• <b>odjąć wektor od wektora,</b></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>• <b>podzielić ruchy na postępowe i obrotowe</b> i objaśnić różnice między nimi, <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: <ul style="list-style-type: none"> <li>szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• obliczać szybkość średnią,</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</b></li> <li>• <b>narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</b></li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi,</li> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>• <b>narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie,</b></li> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia</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 przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• <b>przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych,</b></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	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</b></li> <li>• <b>obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</b></li> <li>• sporządzać wykresy <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> </ul> </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>v</math> i <math>a</math> mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają</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>• wyjaśnić, 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></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych,</li> <li>• <b>rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</b></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>• <b>opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</b></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> </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>• <b>zapropionować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</b></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>• <b>dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”,</b></li> <li>• <b>wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań,</b></li> <li>• <b>objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała</b></li> </ul>		
2	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</b></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 inercyjnego.</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>• <b>wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.</b></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>• <b>rozdzielić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</b></li> <li>• rozdzielić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• zapisać wzory na wartości sił tarcia</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</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>• <b>sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu</b> 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>• <b>rozdzielić układy inercyjne i nieinercyjne,</b></li> <li>• posługiwać się pojęciem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych</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</li> </ul>	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>obliczać pracę stałej siły,</b></li> <li>• <b>obliczać moc urządzeń.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia,</li> <li>• obliczać chwilową</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>• <b>obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi,</b></li> <li>• <b>obliczać energię kinetyczną ciała,</b></li> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór</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>\square E_m = W_z</math>,  <math>\square E_p = W_{\text{siły zewn. równoważące siłę wewn.}}</math>  <math>\square E_p = -W_w</math>,  <math>\square E_k = W_{\text{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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</li> <li>• <b>rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.</b></li> </ul>

## 4. Hydrostatyka

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zdefiniować ciśnienie,</b></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</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>• <b>podać i objaśnić prawo Archimedesesa.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić warunki pływania ciał.</li> <li>• rozwiązywać zadania,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić prawo Archimedesesa.</li> </ul>
3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał</li> </ul>		

## 5. Pole grawitacyjne

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	O odkryciach Kopernika Keplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>przedstawić założenia teorii heliocentrycznej</b></li> <li>• sformułować i wyjaśnić 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>• <b>sformułować i wyjaśnić prawo powszechnej grawitacji,</b></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</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>• <b>przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona,</b></li> </ul>
3	Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.</b></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</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</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><b>wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola,</b></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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>sporządzić wykres zależności <math>\varphi(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>\varphi(r)</math> dla <math>r &lt; R</math>,</li> <li><b>rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego,</b></li> <li>przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie</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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</b></li> </ul>



Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<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>• <b>wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem</b></li> </ul>
8	Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</b></li> <li>• obliczyć wartość drugiej prędkości</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</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	Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości,</li> <li>• opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) 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 nieinercyjnych,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności,</li> <li>• przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i</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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienny.</li> </ul>
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy,</b></li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość kątowa średnia i chwilowa, prędkość kątowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe,</li> <li>• stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</li> </ul>
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym</b></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>• <b>wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątową wokół różnych osi obrotu</b></li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej,</li> <li>• <b>posługiwać się pojęciem momentu siły,</b></li> <li>• podać treść zasad dynamiki ruchu</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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>
5	Moment pędu bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>posługiwać się pojęciem momentu pędu,</b></li> <li>• podać treść zasady 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.</li> </ul>
6	Analogie występujące w opisie ruchu postępowego obrotowego		<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego</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></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>Wiadomości 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych),</b></li> <li>• <b>wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych),</b></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>• <b>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</b></li> <li>• <b>ocenić dokładność przyrządu</b></li> <li>• przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>• wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>• <b>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</b></li> <li>• obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>• sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować oś, zaznaczyć</li> </ul>	<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> </ul>	<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>• <b>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia</b></li> </ul>
Aneks 2 1–6	<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</b></li> <li>• <b>ocenić dokładność przyrządu</b></li> <li>• przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>• wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>• <b>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</b></li> <li>• obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>• sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować oś, zaznaczyć</li> </ul>	<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> </ul>	<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>• <b>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia</b></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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,</b></li> <li>• <b>wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,</b></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>	<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</li> </ul>	<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>• <b>rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść prawa Hooke'a</li> <li>• objaśnić wykres zależności <math>p(\square/l_0)</math>.</li> </ul> </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 Funkcja falowa dla fali płaskiej Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach</p> <p>Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji</p> <p>Interferencja fal harmoniczných wysyłanych przez identyczne źródła</p> <p>Fale akustyczne</p> <p>Zjawisko Dopplera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,</b></li> <li>• <b>wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale,</b></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 harmoniczných wysyłanych przez identyczne źródła,</li> <li>• <b>rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego,</b></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>• <b>wymienić właściwości gazów,</b></li> <li>• <b>objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</b></li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li> <li>• wymienić właściwości cieczy,</li> <li>• wymienić właściwości</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</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>• wyjaśniać 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 Przemiana izobaryczna Ciepło właściwe i ciepło molowe Przemiana adiabatyczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów,</li> <li>• <b>zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego,</b></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, adiabatyczną),</li> <li>• sporządzać 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym,</b></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> </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>sporządzać 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</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 związek 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	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba  Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</b></li><li>• <b>zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</b></li><li>• wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li><li>• opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał.</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>• <b>poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego,</b></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>• <b>potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku,</b></li> <li>• opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.</li> </ul>	<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,</li> <li>• sporządzać wykresy zależności <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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola,</li> <li>• opisać zachowanie dipola w zewnętrznym, 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>• <b>rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola elektrostatycznego,</b></li> <li>• <b>zapropionować doświadczenie sprawdzające rozkład ładunku na powierzchni przewodnika.</b></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</p> <p>Pojemność kondensatora płaskiego</p> <p>Energia naładowanego kondensatora</p> <p>Dielektryk w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</b></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</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 szeregowe 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>• <b>zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę</b>,</li> <li>• podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,</li> <li>• <b>podać treść prawa Ohma</b> 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>• <b>obliczyć opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne</b>,</li> <li>• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>• obliczać opór zastępczy odbiorników</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 elektromotorycznej 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</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>• <b>objaśnić związki pomiędzy <math>\square</math>, <math>I</math>, <math>r</math> dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych połączonych szeregowo równoległe.</b></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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego,</b></li> <li>• opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego kołowej pętli i zwojnicy,</li> <li>• podać cechy wektora indukcji magnetycznej <math>B</math> i jej jednostkę,</li> <li>• opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,</li> <li>• podać cechy siły elektrodynamicznej</li> <li>• <b>podać cechy siły Lorentza,</b></li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>B \perp v</math>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku gdy <math>B \perp l</math>,</li> <li>• objaśnić pojęcie strumienia</li> </ul>	<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>B \perp v</math>,</li> <li>• zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej,</li> <li>• obliczać strumień magnetyczny</li> <li>• objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,</li> <li>• jakościowo opisać właściwości magnetyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami <math>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem <math>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>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedstawić zasadę</li> </ul>
11	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić fakt występowania sił sprężystości, sił starcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczech oddziaływaniami elektromagnetycznymi</li> </ul>	<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>• <b>objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,</b></li> <li>• podać przykładowe sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego,</li> <li>• stosować regułę Lenza,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?,</li> <li>• poprawnie interpretować prawo Faraday'a indukcji elektromagnetycznej,</li> <li>• <b>objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</b></li> <li>• odpowiedzieć na pytanie:</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 prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny,</li> <li>• obliczać pracę i moc prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</b></li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\Phi</math> dla prądnicy 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>• <b>sformułować i stosować prawo odbicia,</b></li> <li>• wyjaśnić zjawisko rozpraszania,</li> <li>• opisać zjawisko załamania światła,</li> <li>• <b>zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</b></li> <li>• objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia</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 zastosowania 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	Zwierciadła płaskie i kuliste Płytką równoległościenną i pryzmat Soczewki. Obrazy otrzymywane w soczewkach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,</b></li> <li>• omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe,</li> <li>• objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>• <b>opisać rodzaje soczewek,</b></li> <li>• <b>objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</b></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> </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>• <b>rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek,</b></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>• <b>omówić widmo fal elektromagnetycznych,</b></li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości omówić ich zastosowania,</li> <li>• opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>• <b>opisać zjawisko rozszczepienia światła,</b></li> <li>• <b>opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</b></li> <li>• opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki,</li> <li>• podać przykłady praktycznego</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> </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>• <b>wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</b></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> </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>• <b>przygotować prezentację „Narodziny fizyki kwantowej”.</b></li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
4-5	Promieniowanie ciał. Widma Model Bohra atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe</b></li> <li>• <b>rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne</b></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>• <b>posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym,</b></li> <li>• wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym</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>• <b>wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”,</b></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	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać właściwości promieni X,</li> <li><b>wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</b></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><b>wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania <math>\lambda_{\min}</math>,</b></li> <li>wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\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 mikroskopowych i makroskopowych,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów makroskopowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach),</b></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 podręcznika),</li> </ul> </li> <li>• <b>przygotować prezentację pt. „Dualizm kwantowo-falowy w przyrodzie”.</b></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>• <b>podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,</b></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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić pasmowy model przewodnictwa ciała stałego,</li> <li>• opisać mechanizm przewodnictwa przewodników, półprzewodników i izolatorów, posługując 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:
1–7	1. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny 2. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego 3. Badanie kształtu linii pola elektrycznego 4. Badanie kształtu linii pola magnetycznego 5. Wyznaczanie współczynnika załamania światła 6. Wyznaczanie powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki 7. Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, dokładność przyrządu</b></li> <li>• <b>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</b></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 osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>• zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>• <b>zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</b></li> </ul>	<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 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,             <ul style="list-style-type: none"> <li>• ocenić krytycznie,</li> </ul> </li> </ul>