

PROGRAM NAUCZANIA

fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych – zakres rozszerzony

Wstęp	2
I. Ogólne założenia programu	3
II. Cele nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym	4
III. Treści kształcenia	6
IV. Ogólny rozkład materiału nauczania	10
V. Szczegółowy rozkład materiału nauczania	11
VI. Cele operacyjne, czyli plan wynikowy	17
VII. Procedury osiągnięcia celów	26
VIII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów	27

WSTĘP

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

Zgodnie z *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 jednocześnie 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 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 nauczanie 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. Uzupełnienie 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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

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 (rozkład Gaussa)
- Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym
- Badamy ruch po okręgu
- Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego
- Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego
- Badamy spadanie swobodne; wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego

CZĘŚĆ II . TREŚCI KSZTAŁCENIA ZAWARTE W DRUGIM TOMIE PODRĘCZNIKA Z FIZYKĄ W PRZYSZŁOŚĆ.
7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

- Sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych
- Ruch drgający harmoniczny
- 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
- Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne
- Wielkości charakteryzujące fale
- Funkcja falowa fali płaskiej.
- Badanie zależności $y(x)$ dla interferujących fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach
- Badanie zależności $y(t)$ dla interferujących fal wysyłanych przez identyczne źródła
- Fale akustyczne
- Zjawisko Dopplera

8. Zjawiska termodynamiczne

- Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym
- Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona
- Szczególne przemiany gazu doskonałego
 - Przemiana izotermiczna
 - Przemiana izochoryczna
 - Przemiana izobaryczna
- Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody
- Pierwsza zasada termodynamiki i jej zastosowanie do przemian gazowych
- Ciepło właściwe i ciepło molowe
- Energia wewnętrzna jako funkcja stanu
- Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki
- Przejścia fazowe
- Para nasycona i para nienasycona
- Rozszerzalność termiczna ciał
- Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję

9. Pole elektrostatyczne

- Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych
- Natężenie pola elektrostatycznego
- Naelektryzowany przewodnik
- Przewodnik w polu elektrostatycznym
- Analogie między wielkościami opisującymi pola grawitacyjne i elektrostatyczne
- Pojemność elektryczna ciała przewodzącego
- Kondensator
- Energia naładowanego kondensatora
- Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym

10. Prąd stały

- Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu
- Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu
- Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej
- Zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego
- Praca i moc prądu elektrycznego
- Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej
- Prosty obwód zamknięty prądu stałego
- Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?
- Wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym. Drugie prawo Kirchhoffa
- Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa

11. Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm

- Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnezu
- Przewodnik z prądem w polu magnetycznym
- Wektor indukcji magnetycznej
- Naładowana cząstka w polu magnetycznym. Siła Lorentza. Cyklotron
- Pole magnetyczne przewodników z prądem
- Silnik elektryczny
- Właściwości magnetyczne substancji
- Zjawisko indukcji elektromagnetycznej
 - Strumień wektora indukcji magnetycznej
- Siła elektromotoryczna indukcji
- Reguła Lenza
- Zjawisko samoindukcji
- Prąd zmienny
- Transformator

12. Optyka

- Zjawiska odbicia i załamania światła
- Zwierciadła
- Soczewki
- Rozszczepienie światła białego w pryzmacie

13. Dualna natura promieniowania elektromagnetycznego i materii

- Fale elektromagnetyczne
 - Obwód LC
 - Wytwarzanie fal elektromagnetycznych
 - Zastosowanie fal elektromagnetycznych
- Światło jako fala elektromagnetyczna
 - Pomiar wartości prędkości światła
 - Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna
 - Polaryzacja światła

- Zjawisko fotoelektryczne
- Emisja i absorpcja promieniowania elektromagnetycznego
- Promieniowanie rentgenowskie
- Fale materii

14. Modele przewodnictwa elektrycznego

- Metale
- Półprzewodniki
- Ciecze

Aneks 3. Doświadczenia

- Badanie ruchu wahadła
- Wyznaczanie ciepła właściwego metalu na podstawie bilansu cieplnego
- Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody
- Badanie drgań struny
- Obserwacja dyfrakcji światła
- Badanie zjawiska załamania światła
- Badanie obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek

OGÓLNY ROZKŁAD MATERIAŁU

Nr	Dział fizyki	Liczba godzin przeznaczonych na			łącznie
		nowe treści	rozwiązywanie zadań	powtórzenie, sprawdzenie	
Część 1					
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	3	2	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	66	12	12	90
Część 2					
1	Drgania i fale mechaniczne	17	2	2	21
2	Zjawiska termodynamiczne	18	2	2	22
3	Pole elektrostatyczne	16	2	2	20
4	Prąd stały	11	2	2	15
5	Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm	21	4	4	29
6	Optyka	6	2	2	10
7	Dualna natura promieniowania i materii	15	2	2	19
8	Modele przewodnictwa elektrycznego	4	–	2	6
9	Doświadczenia	8	–	–	8
	Całkowita liczba godzin	116	16	18	150

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

SZCZEGÓŁOWY ROZKŁAD MATERIAŁU

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Opis ruchu postępowego – 18 godzin	
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	
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	
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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
4. Zjawiska hydrostatyczne – 7 godzin	
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	
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	
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

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
Aneks 1. Niepewności pomiarowe – 5 godzin	
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	
1. Poznajemy rozkład normalny (rozkład Gaussa)	1
2. Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym	2
3. Badamy ruch po okręgu	1
4. Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego	1
5. Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego	2
6. Badamy spadanie swobodne; wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego	1

7. Drgania i fale mechaniczne – 21 godzin	
1. Sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych	1
2. Ruch drgający harmoniczny	1
3. Matematyczny opis ruchu harmonicznego	2
– Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym	1
– Okres drgań w ruchu harmonicznym	1
– Energia w ruchu harmonicznym	1
4. Wahadło matematyczne	1
5. Drgania wymuszone i rezonansowe	1
6. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	1
7. Wielkości charakteryzujące fale	1
8. Funkcja falowa fali płaskiej	1
9. Badanie zależności $y(x)$ dla interferujących fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach	2
10. Badanie zależności $y(t)$ dla interferujących fal wysyłanych przez identyczne źródła	2
11. Fale akustyczne	1
12. Zjawisko Dopplera	1
13. Rozwiązywanie zadań	2
14. Powtórzenie wiadomości	1
15. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
8. Zjawiska termodynamiczne – 22 godziny	
1. Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	1
2. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	1
3. Szczególne przemiany gazu doskonałego – Przemiana izotermiczna – Przemiana izochoryczna – Przemiana izobaryczna	3
4. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody	1
5. Pierwsza zasada termodynamiki i jej zastosowanie do przemian gazowych	2
6. Ciepło właściwe i ciepło molowe	1
7. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu	1
8. Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	2
9. Przejścia fazowe	3
10. Para nasycona i para nienasycona	1
11. Rozszerzalność termiczna ciał	1
12. Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję	1
13. Rozwiązywanie zadań	2
14. Powtórzenie wiadomości	1
15. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

9. Pole elektrostatyczne – 20 godzin	
1. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	2
2. Natężenie pola elektrostatycznego	3
3. Naelektryzowany przewodnik	1
4. Przewodnik w polu elektrostatycznym	1
5. Analogie między wielkościami opisującymi pola grawitacyjne i elektrostatyczne	3
6. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	2
7. Kondensator	1
8. Energia naładowanego kondensatora	1
9. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	2
10. Rozwiązywanie zadań	2
11. Powtórzenie wiadomości	1
12. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
10. Prąd stały – 15 godzin	
1. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu	1
2. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	1
3. Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej	2
4. Zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego	1
5. Praca i moc prądu elektrycznego	1
6. Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej	1
7. Prosty obwód zamknięty prądu stałego	1
8. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?	1
9. Wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym. Drugie prawo Kirchhoffa	1
10. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa	1
11. Rozwiązywanie zadań	2
12. Powtórzenie wiadomości	1
13. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1
11. Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm – 29 godzin	
1. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	1
2. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	1
3. Wektor indukcji magnetycznej	1
4. Naładowana cząstka w polu magnetycznym. Siła Lorentza. Cyklotron	2
5. Pole magnetyczne przewodników z prądem	1
6. Silnik elektryczny	1
7. Właściwości magnetyczne substancji	2
8. Rozwiązywanie zadań	2
9. Powtórzenie wiadomości	1
10. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1
11. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	2
12. Siła elektromotoryczna indukcji	2
13. Reguła Lenza	2
14. Zjawisko samoindukcji	2
15. Prąd zmienny	2
16. Transformator	2
17. Rozwiązywanie zadań	2
18. Powtórzenie wiadomości	1
19. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
12. Optyka – 10 godzin	
1. Zjawiska odbicia i załamania światła	2
2. Zwierciadła	1
3. Soczewki	2
4. Rozszczepienie światła białego w pryzmacie	1
5. Rozwiązywanie zadań	2
6. Powtórzenie wiadomości	1
7. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1
13. Dualna natura promieniowania i materii – 19 godzin	
1. Fale elektromagnetyczne	2
2. Światło jako fala elektromagnetyczna	6
3. Zjawisko fotoelektryczne	2
4. Emisja i absorpcja promieniowania elektromagnetycznego	2
5. Promieniowanie rentgenowskie	2
6. Fale materii	1
7. Rozwiązywanie zadań	2
8. Powtórzenie wiadomości	1
9. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1
14. Modele przewodnictwa elektrycznego – 6 godzin	
1. Metale	1
2. Półprzewodniki	2
3. Ciecze	1
4. Powtórzenie wiadomości	1
5. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1
Aneks 3. Doświadczenia – 8 godzin	
1. Badanie ruchu wahadła	1
2. Wyznaczanie ciepła właściwego metalu na podstawie bilansu cieplnego	1
3. Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody	2
4. Badanie drgań struny	1
5. Obserwacja dyfrakcji światła	1
6. Badanie zjawiska załamania światła	1
7. Badanie obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek	1

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

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1. Opis ruchu postępowego				
1	Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, • wymienić cechy wektora, • dodać wektory, • odjąć wektor od wektora, • pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę, • rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach, • obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych, • zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych. 	<ul style="list-style-type: none"> • zilustrować przykładem każdą z cech wektora, • mnożyć wektory skalarnie i wektorowo, • odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej. 	
2	Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<ul style="list-style-type: none"> • podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi, • posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, • obliczać szybkość średnią, • narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, • narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, • odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi, • podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze, • narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie, • objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym, • zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego. 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować: szybkość średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe, • skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, • przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych, • rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

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"> zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny, obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym, sporządzać wykresy $s(t)$ i $v(t)$ oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym, obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych, porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory \vec{v} i \vec{a} mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwny zwroty. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, sporządzać wykresy tych zależności, objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej), wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej, sporządzać wykresy tych zależności, zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie $v_x(t)$ jako drogę w dowolnym ruchu, zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych, rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.
4	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość, posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość, stosować miarę łukową kąta, zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać matematycznie rzut poziomy, obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek, wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową, przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego, zaproponować i wykonać doświadczalnie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
2. Siła jako przyczyna zmian ruchu				
1	Klasyfikacja poznanych oddziaływań	<ul style="list-style-type: none"> dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”, wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań, objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało”. 		
2	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć treść zasad dynamiki, wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania, rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> stosować poprawnie zasady dynamiki, posługiwać się pojęciem układu inercyjnego. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.
3	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem pędu, zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki, wypowiedzieć zasadę zachowania pędu. 	<ul style="list-style-type: none"> znajdować graficznie pęd układu ciał, obliczać wartość pędu układu ciał, stosować ogólną postać II zasady dynamiki, objaśnić pojęcie środka masy. 	<ul style="list-style-type: none"> znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał, stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań.
4	Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, rozróżnić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, zapisać wzory na wartości sił tarcia kinetycznego i statycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.
5	Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało), objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej. 	<ul style="list-style-type: none"> stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.
6	Opis ruchu w układach inercyjnych	<ul style="list-style-type: none"> rozróżnić układy inercjalne i nieinercjalne, posługiwać się pojęciem siły bezwładności. 	<ul style="list-style-type: none"> opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych (siły bezwładności). 	

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
3. Praca, moc, energia mechaniczna				
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów podać cechy iloczynu skalarnego. 	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> obliczać pracę stałej siły, obliczać moc urządzeń. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia, obliczać chwilową moc urządzeń. 	<ul style="list-style-type: none"> podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.
3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, obliczać energię kinetyczną ciała, wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy, zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał, sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał, postulować się pojęciem siły zachowawczej. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na energię kinetyczną, rozwiązywać zadania, korzystając ze związków: $\Delta E_m = W_z$ $\Delta E_p = W_{\text{siły zewn. równoważącej siłę wewn.}}$ $\Delta E_p = -W_w$ $\Delta E_k = W_{\text{Fwyp.}}$
4	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii, stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń, stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał, rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.
4. Hydrostatyka				
1	Cisnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować ciśnienie, objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego, objaśnić prawo Pascala, objaśnić prawo naczyni połączonych. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego, objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala, objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyni połączonych do wyznaczenia gęstości cieczy. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać problemy z hydrostatyki.
2	Prawo Archimedeasa	<ul style="list-style-type: none"> podać i objaśnić prawo Archimedeasa. 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić warunki pływania ciał, rozwiązywać zadania, stosując prawo Archimedeasa. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić prawo Archimedeasa.
3	Zastosowanie prawa Archimedeasa do wyznaczenia gęstości	<ul style="list-style-type: none"> skorzystać z prawa Archimedeasa do wyznaczenia gęstości ciał stałych i cieczy. 		

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
5. Pole grawitacyjne				
1	O odkryciach Kopernika i Keplera	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawi założenia teorii heliocentrycznej, • sformułować i objaśnić treść praw Keplera, • opisać ruchy planet Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.
2	Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji, • podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji, • na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N. 	<ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny stałej grawitacji, • wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi, • omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji, • przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona, • przygotować prezentację na temat roli Newtona w rozwoju nauki.
3	Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.
4	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	<ul style="list-style-type: none"> • wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie, • porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca, • porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchył ten tego ruchu od wcześniej przewidywanego mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.
5	Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśni pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola, • przedstawi graficznie pole grawitacyjne, • poprawnie wypowieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, • odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?, • wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego, • sporządzić wykres zależności $\gamma(r)$ dla $r \geq R$. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości • sporządzić wykres zależności $\gamma(r)$ dla $r < R$, • rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego, • przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
6	Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego. 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.
7	Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> 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? 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej. 	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”, poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności $E_p(r)$, wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej.
8	Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości. 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości.
9	Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> opisać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości, opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercyjnych, wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności, przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka.
6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej				
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> opisać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów, opisać jego cechy (wartość, kierunek, zwrot). 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne.

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy, posługiwać się pojęciami: szybkość kąta średnia i chwilowa, prędkość kąta średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony, zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, posługiwać się pojęciem momentu bezwładności. 	<ul style="list-style-type: none"> podać definicję momentu bezwładności bryły, obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii, obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, stosować twierdzenie Steinera, wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątową wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są różne.
4	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej, posługiwać się pojęciem momentu siły, podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować moment siły, obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot, znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.
5	Moment pędu bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciem momentu pędu, podać treść zasady zachowania momentu pędu. 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować moment pędu, obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii, zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.
6	Analogie występujące w opisie ruchu postępowego i obrotowego		<ul style="list-style-type: none"> przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego. 	

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"> opisać toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy, opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy, obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły sztywnej. 	
Aneks 1 i Aneks 2. Niepewności pomiarowe. Doświadczenia				
Aneks 1 1 1-5	Wiadomości wstępne Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych) Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych) Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	<ul style="list-style-type: none"> wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych), wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych), odróżnić błędy od niepewności, odróżnić błędy grube od błędów systematycznych, wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru, wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych, odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, ocenić dokładność przyrządu, przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji, wykonać samodzielnie kolejne czynności, sporządzić tabelę wyników pomiaru, obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych, 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć niepewność względną pomiaru, oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku, przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami, dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania, odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej, podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych, zapropionować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych, oszacować wielkość błędów systematycznych, ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny, samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia. 	<ul style="list-style-type: none"> dopasować prostą do wyników pomiarów, obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych, obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru, obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów, podać wynik pomiaru w postaci $x \pm \Delta x$, ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną, samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.
Aneks 2 1-6	Opisujemy rozkład normalny (rozkład Gaussa) Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym Badamy ruch po okręgu Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego Badamy spadanie swobodne; wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego			

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych), • zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami, • zapisać wynik pomiaru w postaci $x \pm \Delta x$. 		

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

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. Dbłość 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 dbłość 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,
 - 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, o 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.