

„Mówisz mi, a ja zapominam; uczysz a zapamiętuję; angażujesz mnie, a ja się ucze.”

Benjamin Franklin

Joanna Michałowska Arkadiusz Szymaniec Stefan Wojciechowski

Fizyka jest fascynująca!

**Innowacyjny interdyscyplinarny program nauczania fizyki
w szkole ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym
(IV etap edukacyjny)**

Niniejsza publikacja jest efektem projektu „Z Wojskową Akademią Techniczną nauka jest fascynująca!” realizowanego przez Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie w partnerstwie z Powiatem Augustowskim/Augustowskim Centrum Edukacyjnym w Augustowie

Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Autorzy: mgr Joanna Michałowska, dr inż. Arkadiusz Szymaniec, dr inż. Stefan Wojciechowski

Konsultacja merytoryczna: dr hab. inż. prof. WAT Janusz Parka

Biuro Projektu „Z Wojskową Akademią Techniczną nauka jest fascynująca!”

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Cybernetyki Instytut Matematyki i Kryptologii budynek 65 p. 213

www.projekt.wat.edu.pl

projekt.wat@wat.edu.pl

tel. +48 22 683 95 56

Copyright© WAT w Warszawie

Warszawa, 2013

Wszystkie prawa zastrzeżone, każda reprodukcja lub adaptacja całości / części niniejszej publikacji niezależnie od zastosowanej techniki reprodukcji wymaga pisemnej zgody WAT w Warszawie

Publikacja bezpłatna

Spis treści:

I. Wstęp	4
II. Cele kształcenia i wychowania z fizyki:	5
III. Szczegółowe treści nauczania i założone osiągnięcia uczniów.	7
IV. Tematy z proponowaną liczbą godzin	40
V. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania	46
VI. Propozycje kryteriów oceny i metody sprawdzania osiągnięć uczniów	50

I. Wstęp

Program nauczania zawiera cele kształcenia i wychowania, szczegółowe treści nauczania i założone osiągnięcia ucznia z uwzględnieniem interdyscyplinarności w zakresie przedmiotów fizyka i matematyka, tematy z proponowaną liczbą godzin, sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania oraz propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia.

Program nauczania przeznaczony jest do nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym na IV etapie edukacyjnym. Jest zgodny z podstawą programową kształcenia ogólnego dla szkół ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia zdanie egzaminu maturalnego oraz kontynuowanie nauki na dowolnej uczelni o kierunku przyrodniczym (Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, z późniejszymi zmianami).

Jest to innowacyjny interdyscyplinarny program nauczania, ściśle powiązany z programem nauczania matematyki w zakresie rozszerzonym, w którym treści fizyki i matematyki są spójne, przenikają się tak, aby wiadomości i umiejętności potrzebne do nauczania fizyki były skorelowane w czasie z matematyką. Konieczna jest dlatego współpraca nauczycieli fizyki i matematyki, by realizując podobne treści używali tych samych pojęć, zwrotów, nazw, aby przedstawiali uczniom procesy z punktu widzenia fizyki i matematyki, wyjaśniali uczniom interdyscyplinarność zagadnień. Proces nauczania fizyki powinien przygotować uczniów do wykorzystywania narzędzi matematycznych i fizycznych w życiu codziennym, a także do kontynuowania dalszej nauki na kierunkach przyrodniczych. Podstawowymi metodami fizyki są obserwacje, eksperymenty i wykład. Każdy uczeń powinien samodzielnie zaplanować i przeprowadzić eksperyment oraz opracować ich wyniki. Ponieważ baza laboratoryjna szkoły nie zawsze pozwala na ich przeprowadzenie, dlatego powstała platforma e-learningowa, na której znajdują się opracowane moduły, scenariusze lekcji, zadania, doświadczenia ściśle skorelowane z programem nauczania.

Program ten przeznaczony jest do realizacji na 240 godzinach lekcyjnych. Ewentualne dodatkowe godziny nauczyciel może przeznaczyć na rozszerzenie treści, rozwiązywanie zadań, powtórzenie materiału oraz przygotowanie uczniów do egzaminu maturalnego.

II. Cele kształcenia i wychowania z fizyki:

Cele kształcenia i wychowania realizowane w ramach zajęć z fizyki na poziomie rozszerzonym w liceum i technikum stanowią rozwinięcie celów nauczania fizyki na III etapie edukacyjnym oraz zakresu podstawowego fizyki IV etapu edukacyjnego. Po ukończeniu IV etapu edukacyjnego uczeń powinien być dobrze przygotowany do studiowania na wybranym kierunku studiów przyrodniczych.

Zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym podstawy programowej ogólnymi celami kształcenia są:

1. Przyswojenie przez uczniów określonego zasobu wiedzy na temat faktów, teorii, zasad panujących we współczesnym świecie,
2. Zdobywanie przez uczniów umiejętności pozwalających im na zastosowanie zdobytej wiedzy do wykonywania doświadczeń i rozwiązywania różnorodnych problemów,
3. Kształtowanie postaw umożliwiających odpowiedzialne funkcjonowanie we współczesnym świecie.

Najważniejsze umiejętności zdobywane przez uczniów w trakcie kształcenia ogólnego fizyki:

1. Czytanie- umiejętność rozumienia, wykorzystywania i refleksyjnego przetwarzania tekstów, prowadząca do osiągania własnych celów, rozwoju osobowego oraz aktywnego uczestnictwa w rozwoju społeczeństwa.
2. Myślenie matematyczne- umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym.
3. Myślenie naukowe- umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa.
4. Umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno- komunikacyjnymi.
5. Umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji.
6. Umiejętność rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych oraz uczenia się.
7. Umiejętność pracy zespołowej.

Ogólne cele kształcenia fizyki na poziomie rozszerzonym:

1. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
2. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
3. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów, rysunków.
4. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
5. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Główny cel programu:

Zdobycie przez uczniów wiedzy o zjawiskach występujących w przyrodzie, umiejętności ich wyjaśniania i wykorzystywania w życiu codziennym i technice.

Szczegółowe cele programu:

1. Uzyskanie przez uczniów świadomości istnienia praw rządzących mikro- i makroświatem.
2. Dostrzeganie natury i struktury fizyki oraz jej związku z innymi naukami przyrodniczymi.
3. Rozumienie znaczenia fizyki dla techniki, medycyny, ekologii, jej związku z różnymi dziedzinami działalności ludzkiej.
4. Przygotowanie do rozumnego odbioru i oceny informacji, formułowania opinii.
5. Wykształcenie badawczej postawy otaczającej rzeczywistości.
6. Nabycie umiejętności dociekliwości w wyjaśnianiu obserwowanych zjawisk.
7. Przygotowanie uczniów do kontynuowania nauki na uczelniach technicznych i przyrodniczych.
8. Nabycie umiejętności interpersonalnych, współpracy w grupie, komunikacji, prezentowania osiągnięć.
9. Wykształcenie potrzeby samodzielnego pogłębiania wiedzy poprzez sięganie do literatury i zasobów Internetu.
10. Doskonalenie umiejętności analizy tekstów popularnonaukowych i umiejętności przedstawiania go własnymi słowami.
11. Wykształcenie poczucia odpowiedzialności za własny rozwój intelektualny .
12. Doskonalenie umiejętności analizy przyczynowo- skutkowej zjawisk przyrodniczych i eksperymentów fizycznych.
13. Nabycie umiejętności tworzenia opisowych modeli procesów w oparciu o znane zjawiska fizyczne i konstruowanie formuł matematycznych łączących kilka zjawisk.
14. Uświadomienie roli eksperymentu , budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
15. Nabycie umiejętności planowania, wykonywania oraz opisu prostych eksperymentów fizycznych i analizy ich wyników z uwzględnieniem niepewności pomiarowych.

III. Szczegółowe treści nauczania i założone osiągnięcia uczniów.

Zagadnienia z fizyki	Szczegółowe treści nauczania i założone osiągnięcia ucznia:	Matematyka w fizyce
I. Kinematyka. Ruch punktu materialnego. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (mnożenie przez liczbę, dodawanie, rozkładanie wektora na składowe).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podaje przykłady wielkości skalarnych i wektorowych. 2. Podaje definicję wektora. 3. Wykonuje działania na wektorach: dodawanie wektorów, mnożenie wektora przez liczbę. 4. Rozkłada wektor na składowe w dowolnych kierunkach. 5. Oblicza współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych. 6. Oblicza iloczyn skalarny i wektorowy dwóch wektorów. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada wiadomości o wektorach: <ol style="list-style-type: none"> a) definicja wektora, b) współrzędne wektora, c) mnożenie wektora przez liczbę, d) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, e) iloczyn skalarny dwóch wektorów, f) iloczyn wektorowy dwóch wektorów, g) rozkładanie wektora na składowe. 2. Zna twierdzenie Pitagorasa. 3. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 4. Zna tożsamości trygonometryczne. 5. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 6. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 7. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 8. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej. 9. Posiada umiejętność analizy wykresów.
2. Opisuje ruch w różnych układach odniesienia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokonuje podziału ruchu ze względu na kształt: prostoliniowy i krzywoliniowy. 2. Dokonuje podziału ruchu na jednostajny i zmienny. 3. Rozróżnia pojęcia: tor, droga, przemieszczenie. 4. Potrafi narysować wektor przemieszczenia w układzie współrzędnych. 5. Podaje cechy wektora prędkości. 6. Odróżnia prędkości od szybkości jako długości wektora prędkości. 7. Odróżnia szybkość średnią od chwilowej. 8. Potrafi obliczać szybkość średnią. 9. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując prędkość jako wektor oraz średnią szybkość. 	
3. Oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi obliczać prędkość względną dla ruchów wzdłuż prostej. 	
4. Wykorzystuje związki	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać ruch jednostajny prostoliniowy, potrafi 	

<p>pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.</p>	<p>obliczać drogę i szybkość, sporządzać wykresy $v(t)$ i $s(t)$.</p> <ol style="list-style-type: none"> Potrafi zdefiniować przyspieszenie średnie i chwilowe. Potrafi wyprowadzać i przekształcać wzory na $v(t)$ i $s(t)$. Potrafi obliczyć szybkość chwilową w ruchu jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym. Potrafi obliczyć drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące ruchu jednostajnego i jednostajnie zmiennego. 	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi wyliczyć średnią arytmetyczną. Zna układ współrzędnych kartezjańskich na płaszczyźnie i w przestrzeni. Zna miarę łukową kąta. Potrafi zamieniać miarę łukową na stopniową i odwrotnie. Potrafi wyprowadzić równanie toru. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna. Pochodne funkcji.
<p>5. Rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi sporządzać wykresy $v(t)$ i $s(t)$ w ruchu jednostajnym prostoliniowym. Potrafi sporządzać wykresy $v(t)$ i $s(t)$ w ruchu jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym. Potrafi odczytywać z wykresu wielkości fizyczne. Potrafi interpretować wykresy. 	

<p>II. Dynamika i elementy grawitacji. Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>
<p>1. Opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Zna pojęcie siły. Potrafi wyznaczać wypadkową sił działających wzdłuż jednej prostej i różnych prostych. Wie, że ruch jednostajny prostoliniowy odbywa się pod wpływem sił będących w równowadze. Wie, że I zasada dynamiki Newtona spełniona jest w układzie inercyjnym. Omawia na przykładach I zasadę dynamiki Newtona. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wiążąc ruch jednostajny prostoliniowy z I zasadą dynamiki Newtona. 	<ol style="list-style-type: none"> Posiada wiadomości o wektorach: <ol style="list-style-type: none"> mnożenie wektora przez liczbę, dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, rozkładanie wektora na składowe. Zna twierdzenie Pitagorasa Funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens Zna tożsamości trygonometryczne. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych.

<p>2. Wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi wyznaczać wypadkową wektora siły. 2. Wie, że II zasada dynamiki spełniona jest w układzie nieinercyjnym. 3. Potrafi omówić na przykładach II zasadę dynamiki Newtona. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wiążąc ruch jednostajnie zmienny z drugą zasadą dynamiki Newtona. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 7. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 8. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej. 9. Posiada umiejętność analizy wykresów.
<p>3. Wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczania siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi wymienić przykłady ciał, które oddziałują na siebie siłą grawitacji. 2. Zna treść prawa powszechnego ciężenia. 3. Potrafi obliczać siłę grawitacji działającą między dwoma masami punktowymi i dwiema kulami (dla większej liczby ciał przy wykorzystaniu tw. Pitagorasa). 4. Potrafi wskazać relację między siłą grawitacji a przyspieszeniem ziemskim. 5. Potrafi zastosować prawo powszechnego ciężenia do rozwiązywania zadań i analizy problemów. 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Potrafi wyliczyć średnią arytmetyczną. 11. Zna miarę łukową kąta. 12. Potrafi zamieniać miarę łukową na stopniową i odwrotnie. 13. Pochodne funkcji.
<p>4. Rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że ciała materialne wytwarzają pole grawitacyjne. 2. Potrafi podać przykłady centralnego i jednorodnego pola grawitacyjnego. 3. Potrafi narysować linie centralnego i jednorodnego pola grawitacyjnego. 	
<p>5. Oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna definicję natężenia pola grawitacyjnego. 2. Umie wyprowadzić wzór na natężenie centralnego pola grawitacyjnego. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy z wykorzystaniem natężenia pola grawitacyjnego, w tym także pod powierzchnią ziemi. 	
<p>6. Wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna definicję przyspieszenia grawitacyjnego. 2. Umie wyprowadzić wzór na przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni planety i nad powierzchnią planety. 	

powierzchni planety a jej masą i promieniem.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Wie, dlaczego przyspieszenie ziemskie nie ma stałej wartości na kuli ziemskiej. 4. Wie, dlaczego ciężar ciała nie ma stałej wartości na kuli ziemskiej. 5. Wie, jaka jest różnica między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem grawitacyjnym. 6. Umie rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując przyspieszenie ziemskie. 	
7. Oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego punktu materialnego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi napisać równania na drogę i prędkość w spadku swobodnym, rzucie pionowym do dołu i rzucie pionowym górę. 2. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące spadku swobodnego i rzutu pionowego. 	
8. Analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu ukośnego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umie opisać rzut ukośny jako złożenie ruchu w poziomie i w pionie. 2. Umie wyprowadzić wzór na zasięg rzutu ukośnego. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące rzutu ukośnego. 	
9. Stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi omówić na przykładach III zasadę dynamiki Newtona. 2. Wie, że oddziaływania są wzajemne, rozróżnia siły akcji i reakcji. 	
10. Wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń sprężystych i zjawiska odrzutu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna definicję pędu ciała i układu ciał. 2. Zna zasadę zachowania pędu. 3. Zna uogólnioną postać II zasady dynamiki. 4. Umie wyprowadzić uogólnioną postać II zasady dynamiki. 5. Potrafi omówić na przykładach zasadę zachowania pędu. 6. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując zasadę zachowania pędu i ogólną postać II zasady dynamiki. 	
11. Wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozróżnia inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. 2. Potrafi podać przykłady inercjalnych i nieinercjalnych 	

<p>inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym.</p>	<p>układów odniesienia.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Wie, że siły bezwładności występują w nieinercjalnych układach odniesienia. 4. Potrafi podać przykłady sił bezwładności. 5. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy przy użyciu siły bezwładności. 6. Potrafi wskazywać siły w inercjalnych i nieinercjalnych układach odniesienia. 7. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy w inercjalnych i nieinercjalnych układach odniesienia. 	
<p>12. Posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, co jest przyczyną występowania tarcia. 2. Wie jaka jest różnica między tarcie statycznym i kinetycznym (dynamicznym). 3. Zna wzór na tarcie. 4. Wie od czego zależy współczynnik tarcia. 5. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy z uwzględnieniem sił tarcia posuwistego. 	
<p>13. Składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi rozłożyć ciężar na siły składowe na równi pochyłej. 2. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące ruchu ciał na równi pochyłej. 3. Potrafi wyznaczyć współczynnik tarcia statycznego na równi pochyłej. 	
<p>14. Oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu, opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umie wymienić i zna definicje wielkości opisujących ruch po okręgu: okres, częstotliwość, prędkość liniową, prędkość kątową, przyspieszenie dośrodkowe. 2. Wie, dlaczego w ruchu jednostajnym po okręgu pojawia się przyspieszenie dośrodkowe. 3. Wie, że ruch po okręgu jest skutkiem działania siły dośrodkowej. 4. Wie, że siłą dośrodkową jest siła wypadkowa wszystkich sił działających na ciało. 5. Zna i potrafi objaśnić wzór na siłę dośrodkową. 	

	6. Potrafi podać przykłady sił, które pełnią rolę siły dośrodkowej. 7. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy związane z ruchem po okręgu.	
--	--	--

III. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń	Uczeń:	Uczeń:
1. Rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności.	1. Rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna.	1. Posiada wiadomości o wektorach: a) definicja wektora, b) współrzędne wektora, c) mnożenie wektora przez liczbę, d) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, e) iloczyn skalarny dwóch wektorów, f) iloczyn wektorowy dwóch wektorów, g) rozkładanie wektora na składowe. 2. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 3. Zna tożsamości trygonometryczne. 4. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 5. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 6. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe.
2. Rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności.	1. Rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności. 2. Potrafi wyprowadzić wzór na moment bezwładności bryły sztywnej. 3. Umie obliczyć moment bezwładności dla pełnego i pustego walca, kuli, pręta obracających się wokół osi przechodzącej przez środek masy. 4. Potrafi obliczać momenty bezwładności stosując tw. Steinera.	
3. Oblicza momenty sił.	1. Zna wzór na moment siły. 2. Potrafi obliczyć wartość momentu siły. 3. Potrafi zastosować własności iloczynu wektorowego do określenia kierunku i zwrotu momentu siły. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy z zastosowaniem momentu siły.	
4. Analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku, gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił).	1. Zna treść I zasady dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego. 2. Potrafi podać warunki na spoczynek lub ruch jednostajny bryły sztywnej. 3. Zna wielkości opisujące ruch jednostajny obrotowy: okres, częstotliwość, prędkość liniową, prędkość kątową.	

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Potrafi wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch jednostajny obrotowy i podaje wielkości analogiczne w ruchu postępowym. 5. Potrafi podać zastosowanie w praktyce I zasady dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego bryły sztywnej. 6. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując I zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego. 	
5. Wyznacza położenie środka masy.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna definicję środka masy bryły sztywnej. 2. Zna definicję środka ciężkości bryły sztywnej. 3. Wskazuje różnice pomiędzy środkiem masy a środkiem ciężkości. 4. Potrafi obliczać współrzędne środka masy układu. 	
6. Opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi podać warunek na ruch jednostajny bryły sztywnej. 2. Potrafi podać warunek na ruch jednostajnie przyspieszony lub opóźniony bryły sztywnej. 3. Zna treść I i II zasady dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego bryły sztywnej. 4. Potrafi wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch jednostajny, jednostajnie przyspieszony i opóźniony obrotowy i podaje wielkości analogiczne w ruchu postępowym. 5. Potrafi objaśnić na przykładzie I i II zasadę dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego. 6. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując I i II zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego. 	
7. Analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi podać warunek na ruch jednostajny bryły sztywnej. 2. Potrafi podać warunek na ruch jednostajnie przyspieszony lub opóźniony bryły sztywnej. 3. Potrafi objaśnić na przykładzie I i II zasadę dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy 	

	wykorzystując I i II zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego.	
8. Stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzór na moment pędu i potrafi go objaśnić. 2. Zna treść zasady zachowania momentu pędu. 3. Potrafi wyjaśnić zasadę zachowania momentu pędu na przykładach. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując zasadę zachowania momentu pędu. 	

IV. Energia mechaniczna.	Uczeń:	Uczeń:
1. Oblicza pracę siły na danej drodze.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi obliczać pracę, gdy na ciało działa stała siła. 2. Potrafi obliczać pracę, gdy na ciało działa zmienna siła. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada wiadomości o wektorach: <ol style="list-style-type: none"> a) iloczyn skalarny dwóch wektorów, b) funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 2. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 3. Potrafi rozwiązywać układy równań liniowych różnymi metodami. 4. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 5. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej. 6. Posiada umiejętność analizy wykresów. 7. Potrafi obliczać procent danej liczby.
2. Oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzór na moc mechaniczną urządzeń. 2. Zna definicję sprawności urządzeń mechanicznych. 3. Potrafi obliczać moc urządzeń z uwzględnieniem ich sprawności. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące mocy i sprawności urządzeń. 	
3. Oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzór na energię kinetyczną ciała i potrafi go objaśnić. 2. Potrafi obliczać energie potencjalną dla ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące energii kinetycznej i potencjalnej. 	
4. Oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi obliczać pracę stałej siły w jednorodnym polu grawitacyjnym. 2. Potrafi wyjaśnić pojęcie „zachowawczego pola sił grawitacyjnych”. 3. Zna wzór i wie od czego zależy energia potencjalna grawitacji. 	

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Zna wzór na pracę siły w centralnym polu grawitacyjnym. 5. Potrafi wskazać znaki pracy wykonywanej przez siłę zewnętrzną i siłę grawitacji. 6. Potrafi powiązać zmianę energii potencjalnej grawitacji i pracą. 7. Potrafi zastosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań i analizy problemów dotyczących pola grawitacyjnego. 	
5. Wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozróżnia siły zewnętrzne działające na układ ciał od sił wewnętrznych działających w układzie ciał. 2. Potrafi sformułować zasadę zachowania energii mechanicznej. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy do obliczania parametrów ruchu (spadek swobodny, rzuty ukośne) stosując zasadę zachowania energii mechanicznej. 	
6. Wyjaśnia pojęcia pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej, oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej. 2. Potrafi wyprowadzić wzór i wie od czego zależy pierwsza prędkość kosmiczna. 3. Korzystając z zasady zachowania energii potrafi wyprowadzić wzór na drugą prędkość kosmiczną. 4. Potrafi obliczać wartości pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi i innych planet. 	
7. Oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że satelita porusza się pod wpływem siły grawitacji. 2. Wie, że siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu satelitów. 3. Umie wyprowadzić wzór na prędkość orbitalną satelity. 4. Umie obliczać okres obiegu satelity. 5. Zna zastosowanie sztucznych satelitów. 6. Umie opisać ruch satelity geostacjonarnego. 7. Potrafi wskazać przyczyny przeciążenia, niedociążenia i nieważkości. 8. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy z 	

	wykorzystaniem siły grawitacji jako siły dośrodkowej.	
8. Oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystuje III prawo Keplera dla orbit kołowych.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna treść trzech praw Keplera. 2. Potrafi stosować trzecie prawo Keplera do rozwiązywania zadań i analizy problemów. 	
9. Oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu satelitów i potrafi wykorzystać tę zależność do obliczania masy ciał niebieskich. 	
10. Uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w bilansie energii.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego i potrafi go objaśnić. 2. Zna treść zasady zachowania energii. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy dotyczące złożenia ruchu postępowego i obrotowego wykorzystując zasadę zachowania energii. 	

V. Grawitacja i elementy astronomii.* Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna warunki powstawania faz Księżyca. 2. Zna nazwy faz Księżyca. 3. Wykonuje rysunki przedstawiające fazy i zaćmienia Księżyca. 	1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych.
2. Opisuje zasadę pomiaru odległości z Ziemi do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, co to jest paralaksa roczna i dobową. 2. Zna metodę wyznaczania odległości Ziemi od Księżyca i od innych planet. 3. Posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego. 	

rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.		
3. Opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego.	1. Opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego.	
4. Opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce.	1. Zna budowę Galaktyki. 2. Zna położenie Układu Słonecznego w Galaktyce.	
5. Opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata, zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).	1. Umie opisać Wielki Wybuch jako początek Wszechświata. 2. Zna przybliżony wiek Wszechświata. 3. Zna prawo Hubble'a.	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziału, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

VI. Termodynamika. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu.	1. Potrafi opisać model gazu doskonałego na podstawie założeń teorii kinetyczno -- molekularnej. 2. Zna i potrafi wyjaśnić podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazów. 3. Zna i potrafi wyjaśnić równanie stanu gazu doskonałego. 4. Zna definicję mola i masy molowej.	1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 3. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe.

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Zna i potrafi wyjaśnić równanie Clapeyrona. 6. Zna warunki stosowalności modelu gazu doskonałego do gazów rzeczywistych. 7. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując równanie stanu gazu doskonałego i równanie Clapeyrona. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej, wykładniczej, kwadratowej. 5. Posiada umiejętność analizy wykresów. 6. Potrafi obliczać procent danej liczby.
2. Opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie czym są przemiany gazowe. 2. Zna i potrafi opisać przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną. 3. Z równania stanu gazu doskonałego potrafi wyprowadzić równania na przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy z wykorzystaniem przemian: izotermicznej, izobarycznej, izochorycznej i adiabatycznej. 	
3. Interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi rysować i interpretować wykresy przemian: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej w różnych układach współrzędnych oraz przemianę adiabatyczną w układzie (p, V). 	
4. Opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi zapisać i wyjaśnić związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina, a średnią energią kinetyczną cząsteczek. 2. Podaje interpretację fizyczną zera bezwzględnego. 3. Potrafi przeliczać temperatury między skalą Celsjusza i Kelwina. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i analizować problemy wykorzystując związek między temperaturą w skali Kelwina, a średnią energią kinetyczną cząsteczek. 	
5. Stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi zapisać i wyjaśnić I zasadę termodynamiki. 2. Wie, że energię wewnętrzną można zmienić za pomocą pracy lub ciepła. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy stosując I zasadę termodynamiki. 	

<p>6. Oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej, izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianach izobarycznej i adiabatycznej.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi zapisać i objaśnić I zasadę termodynamiki dla przemian gazowych: izotermicznej, izobarycznej, izochorycznej i adiabatycznej. Potrafi obliczyć pracę dla przemiany izobarycznej. Potrafi obliczać pracę jako pole pod wykresem $p(v)$. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy dotyczące zmiany energii wewnętrznej i pracy w izoprzemianach gazu doskonałego. 	
<p>7. Posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi posługiwać się pojęciami ciepła molowego w przemianie izobarycznej i izochorycznej. Potrafi zapisać i objaśnić wzory na ciepło wymieniane w przemianie izobarycznej i izochorycznej. Zna związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu i przy stałej objętości. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i przy stałej objętości. 	
<p>8. Analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi interpretować I zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii. Potrafi rozwiązywać zadania problemowe stosując I zasadę termodynamiki. 	
<p>9. Stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Zna definicje zderzeń niesprężystych. Zna definicję zderzeń sprężystych. Potrafi podać przykłady zderzeń niesprężystych i sprężystych. Potrafi zastosować zasadę zachowania pędu i energii do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących zderzeń niesprężystych i sprężystych. 	
<p>10. Interpretuje drugą zasadę termodynamiki.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Wie, jakie procesy są odwracalne, a jakie nieodwracalne i które z omawianych przemian można zaliczyć do poszczególnych kategorii. Potrafi sformułować i objaśnić II zasadę termodynamiki. 	
<p>11. Analizuje przedstawione</p>	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi obliczać sprawność silników cieplnych. 	

<p>cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Wie co to jest cykl Carnota i potrafi sporządzić jego wykres w układzie $p(v)$. 3. Potrafi podać sens fizyczny entropii. 4. Potrafi podać treść II zasady termodynamiki posługując się entropią. 5. Potrafi obliczać sprawność silników cieplnych w oparciu o wymienione ciepło i wykonaną pracę. 	
<p>12. Odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego, analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, jakie wielkości wpływają na szybkość parowania. 2. Wie, na czym polega wrzenie cieczy. 3. Odróżnia parowanie od wrzenia. 4. Na podstawie budowy wewnętrznej potrafi wyjaśnić wrzenie cieczy. 5. Wie, jak ciśnienie zewnętrzne wpływa na temperaturę wrzenia. 6. Na podstawie budowy wewnętrznej potrafi wyjaśnić wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia. 	
<p>13. Wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi posługiwać się pojęciem ciepła właściwego. 2. Potrafi opisać przejścia fazowe: topnienie, krzepnięcie, parowanie, skraplanie, sublimację i resublimację. 3. Potrafi wykonać i interpretować wykresy przejść fazowych. 4. Potrafi zdefiniować ciepła przejść fazowych: topnienia, krzepnięcia, parowania i skraplania. 5. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy stosując zasadę bilansu cieplnego. 	

<p>VII. Właściwości materii. * Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>
<p>1. Analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów, omawia</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opisuje budowę mikroskopową gazów, cieczy i ciał stałych. 2. Na podstawie soli kamiennej omawia budowę kryształów. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi rozwiązywać układ równań

budowę kryształów na podstawie soli kamiennej.		liniowych różnymi metodami.
2. Posługuje się pojęciem gęstości. Stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy. Na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych;	1. Stosuje wzór na gęstość do obliczeń.	
3. Opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie.	1. Opisuje działanie sił międzycząsteczkowych. 2. Na wybranym przykładzie wyjaśnia powstawanie napięcia powierzchniowego. 3. Opisuje zjawisko włoskowatości. 4. Zna zastosowanie napięcia powierzchniowego.	
4. Posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego).	1. Zna wzór na ciśnienie i wie od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne. 2. Zna warunek równowagi cieczy w naczyniach połączonych.	
5. Formułuje prawo Pascala i podaje przykłady jego zastosowania.	1. Zna prawo Pascala i jego zastosowania. 2. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy związane z prawem Pascala.	
6. Analizuje i porównuje wartości siły wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie.	1. Zna zjawisko wyporu, zna prawo Archimedesesa. 2. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy związane z prawem Archimedesesa.	
7. Wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.	1. Na podstawie prawa Archimedesesa potrafi wyjaśniać pływanie ciał.	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

VIII. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznym), podaje przykłady takiego ruchu.	1. Podaje przykłady ruchu drgającego. 2. Potrafi zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający, amplitudę, okres, częstotliwość. 3. Wie, jakie ciało nazywamy oscylatorem harmonicznym.	1. Posiada wiadomości o wektorach: a) definicja wektora, b) współrzędne wektora, c) mnożenie wektora przez liczbę, d) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy. e) iloczyn skalarny dwóch wektorów, f) iloczyn wektorowy dwóch wektorów, g) rozkładanie wektora na składowe. 2. Zna twierdzenie Pitagorasa. 3. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 4. Tożsamości trygonometryczne. 5. Zna wykresy funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, ich modułów i kwadratów. 6. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 7. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 8. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 9. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej.
2. Oblicza energię potencjalną sprężystości.	1. Zna wzory na energię kinetyczną i potencjalną sprężystości. 2. Potrafi rysować wykresy energii kinetycznej i potencjalnej od czasu. 3. Potrafi obliczać energię kinetyczną i potencjalną sprężystości w ruchu harmonicznym.	
3. Oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego	1. Zna definicje wahadeł: matematycznego i sprężynowego. 2. Zna wzory na okres drgań wahadeł: matematycznego i sprężynowego. 3. Potrafi analizować ruch pod wpływem siły sprężystości i narysować siły działające na wahadła: matematyczne i sprężynowe. 4. Wie, na czym polega izochronizm wahadła matematycznego. 5. Potrafi obliczać okres drgań wahadła matematycznego w układzie nieinercyjnym, np. w windzie poruszającej się ruchem zmiennym. 6. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy dotyczące ruchu wahadła matematycznego i sprężynowego.	
4. Interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym.	1. Zna równania i wykresy: wychylenia z położenia, równowagi od czasu, prędkości od czasu, przyspieszenia od czasu, siły od czasu. 2. Zna interpretację znaku minus we wzorze na siłę sprężystą.	
5. Opisuje drgania wymuszone.	1. Zna przyczyny zmniejszania się amplitudy drgań i potrafi	

	<p>naszkicować wykres drgań tłumionych.</p> <p>2. Potrafi opisać drgania wymuszone.</p>	<p>10. Posiada umiejętność analizy wykresów.</p> <p>11. Zna miarę łukową kąta.</p> <p>12. Potrafi zamieniać miarę łukową na stopniową i odwrotnie.</p> <p>13. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna.</p> <p>14. Pochodne funkcji trygonometrycznych.</p>
6. Opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach.	<p>1. Wie, na czym polega rezonans mechaniczny.</p> <p>2. Potrafi opisać rezonans mechaniczny na wybranych przykładach.</p> <p>3. Zna pożyteczne i szkodliwe skutki rezonansu mechanicznego.</p> <p>4. Potrafi rozwiązywać zadania i przykłady dotyczące rezonansu mechanicznego.</p>	
7. Stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.	<p>1. Potrafi wyprowadzić wzór na energię całkowitą w ruchu drgającym.</p> <p>2. Potrafi narysować wykres energii całkowitej od czasu w ruchu drgającym i porównuje go z wykresami energii kinetycznej i potencjalnej sprężystości w funkcji czasu.</p> <p>3. Na wybranych przykładach opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej.</p> <p>4. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując zasadę zachowania energii.</p>	
8. Stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem i prędkością.	<p>1. Podaje przykłady fal mechanicznych i rozróżnia fale poprzeczne i podłużne. Zna pojęcia powierzchni falowej i promienia fali.</p> <p>2. Potrafi podać warunki powstawania fali mechanicznej.</p> <p>3. Potrafi zdefiniować wielkości charakteryzujące falę mechaniczną: amplitudę, okres, częstotliwość, długość, prędkość rozchodzenia się fali.</p> <p>4. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy, stosując związki między parametrami fali.</p>	
9. Opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.	<p>1. Wie, jak zachowuje się fala mechaniczna przechodząc z ośrodka rzadszego do gęstszego i odwrotnie.</p> <p>2. Zna prawo załamania fali.</p>	
10. Opisuje zjawisko interferencji, wyznacza	<p>1. Wie na czym polega interferencja fal.</p> <p>2. Zna warunki powstawania, potrafi opisać formułą</p>	

długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego.	matematyczną maksymalne wzmocnienie i maksymalne osłabienie fali oraz na tej podstawie wyznaczyć długość fali.	
11. Wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa.	1. Wie, kiedy zachodzi dyfrakcja fali. 2. Posługując się zasadą Huygensa, potrafi wyjaśnić dyfrakcję fali.	
12. Opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie.	1. Potrafi podać warunki powstawania fal stojących. 2. Potrafi zdefiniować węzły i strzałki fali stojącej. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując związek fal stojących z falami biegnącymi.	
13. Opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.	1. Fale akustyczne jako przykład fal mechanicznych. 2. Fale stojące w akustyce. 3. Wie, na czym polega zjawisko Dopplera. 4. Zna zastosowanie zjawiska Dopplera. 5. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy dotyczące zjawiska Dopplera. Zna jednostkę głośności i cechy dźwięku (wysokość, barwę i natężenie). 6. Wie czym są fale infra i ultradźwiękowe oraz dudnienia.	

IX. Pole elektryczne. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrycznego (elektrostatycznego) między ładunkami punktowymi.	1. Zna rodzaje ładunków elektrycznych. 2. Zna treść prawa Coulomba. 3. Potrafi wykorzystywać prawo Coulomba do obliczania siły oddziaływania pomiędzy ładunkami punktowymi w próżni i ośrodku materialnym.	1. Posiada wiadomości o wektorach: a) definicja wektora, b) mnożenie wektora przez liczbę, c) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, d) iloczyn skalarny dwóch wektorów, e) rozkładanie wektora na składowe.
2. Posługuje się pojęciem natężenia pola elektrycznego.	1. Wie, co to jest pole elektryczne. 2. Zna rodzaje pola elektrycznego: centralne i jednorodne. 3. Zna definicję natężenia pola elektrycznego. 4. Wie, co to jest potencjał pola elektrycznego. 5. Rozumie napięcie elektryczne jako różnicę potencjałów.	2. Zna twierdzenie Pitagorasa. 3. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus,

	6. Zna podstawowe własności przewodników i dielektryków w polu elektrycznym.	cosinus, tangens, cotangens. 4. Zna tożsamości trygonometryczne. 5. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 6. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 7. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 8. Posiada umiejętność analizy wykresów. 9. Potrafi wyprowadzić równanie toru.
3. Oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego.	1. Potrafi obliczać natężenie pola elektrycznego od jednego ładunku punktowego.	
4. Analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków.	1. Potrafi zastosować zasadę superpozycji pól do znajdowania wektora wypadkowego natężenia pola elektrycznego od układu ładunków.	
5. Wyznacza pole elektryczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego.	1. Zna sposoby elektryzowania ciał. 2. Wie, że ładunek elektryczny gromadzi się na powierzchni przewodnika. 3. Zna zasadę zachowania ładunku elektrycznego. 4. Potrafi obliczać natężenie pola elektrostatycznego na zewnątrz naładowanej kuli.	
6. Przedstawia pole elektryczne za pomocą linii pola.	1. Potrafi przedstawić graficznie linie pola elektrycznego od pojedynczych ładunków i układu ładunków. 2. Potrafi graficznie przedstawić linie pola jednorodnego.	
7. Opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami.	1. Wie, co to jest kondensator. 2. Zna zastosowanie kondensatorów. 3. Potrafi określić typ pola elektrycznego pomiędzy okładkami kondensatora i przedstawić je graficznie. 4. Zna wzór na natężenie pola elektrycznego między płytkami kondensatora. 5. Potrafi obliczać napięcie między okładkami kondensatora.	
8. Posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora.	1. Zna definicję pojemności elektrycznej przewodnika. 2. Potrafi rozwiązywać zadania stosując wzór na pojemność elektryczną.	
9. Oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy	1. Zna wzory na pojemność kondensatora płaskiego próżniowego i z dielektrykiem. 2. Potrafi analizować zależności pomiędzy ładunkami,	

geometryczne.	napięciami i pojemnościami kondensatorów połączonych szeregowo i równolegle. 3. Potrafi liczyć pojemność zastępczą kondensatorów połączonych szeregowo i równolegle. 4. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując wzory na napięcie między okładkami kondensatora, pojemność elektryczną i pojemność kondensatora płaskiego.	
10. Oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora.	1. Zna wzór na energię naładowanego kondensatora. 2. Stosując zasadę zachowania energii, potrafi obliczać pracę potrzebną do naładowania kondensatora.	
11. Analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.	1. Analizuje ruch cząstki naładowanej wpadającej równolegle i prostopadle w stałe jednorodne pole elektryczne. 2. Zna zasadę działania i zastosowanie lampy oscyloskopowej. 3. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy związane z ruchem naładowanej cząstki w jednorodnym polu elektrycznym.	
12. Opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.	1. Potrafi opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku. 2. Potrafi wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya.	

X. Prąd stały. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego.	1. Potrafi wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej źródła i oporu wewnętrznego. 2. Zna prawo Ohma i umie je zastosować. 3. Wie jak włącza się w obwód woltomierz, a jak	1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami.

	<p>amperomierz.</p> <p>4. Rozwiązuje zadania i problemy wykorzystując prawo Ohma dla całego obwodu.</p>	<p>3. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe.</p> <p>4. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej.</p> <p>5. Posiada umiejętność analizy wykresów.</p> <p>6. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna.</p> <p>7. Potrafi obliczać procent danej liczby.</p>
<p>2. Oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne.</p>	<p>1. Zna podział ciał stałych ze względu na przewodzenie prądu elektrycznego na przewodniki, półprzewodniki i izolatory.</p> <p>2. Potrafi omówić mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego przewodników i półprzewodników.</p> <p>3. Na podstawie budowy wewnętrznej przewodników potrafi wyjaśnić powstawanie oporu elektrycznego.</p> <p>4. Zna zależność oporu przewodnika od jego wymiarów geometrycznych.</p> <p>5. Rozwiązuje zadania i problemy stosując wzór na opór przewodnika i prawo Ohma.</p>	
<p>3. Rysuje charakterystyką prądowo- napięciową opornika podlegającego prawu Ohma</p>	<p>1. Potrafi narysować charakterystykę prądowo- napięciową opornika podlegającego prawu Ohma.</p> <p>2. Rozwiązuje zadania i problemy stosując wzór na opór przewodnika, natężenie prądu i prawo Ohma.</p>	
<p>4. Stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.</p>	<p>1. Zna treść I i II prawa Kirchhoffa.</p> <p>2. Potrafi zastosować prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.</p> <p>3. Rozwiązuje zadania i problemy stosując prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.</p>	
<p>5. Oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle.</p>	<p>1. Zna symbole graficzne służące do przedstawiania schematów obwodów elektrycznych.</p> <p>2. Potrafi narysować schematy obwodów elektrycznych połączonych szeregowo i równolegle.</p> <p>3. Potrafi analizować zależności pomiędzy natężeniem prądu i napięciem włączeniu szeregowym i równoległym oporników.</p> <p>4. Wie, w jaki sposób można zmienić zakres mierników natężenia i napięcia prądu elektrycznego.</p> <p>5. Rozwiązuje zadania i problemy stosując prawa Kirchhoffa</p>	

	oraz łączenie szeregowe i równoległe oporników.	
6. Oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że płynący przez przewodniki prąd elektryczny, wykonuje pracę. 2. Potrafi podać przykłady pracy wykonywanej przez prąd. 3. Potrafi zamieniać kWh na dzule odwrotnie. 4. Potrafi obliczać pracę i moc wydzieloną na oporze uwzględniając sprawność urządzeń. 5. Zna prawo Joule'a. 	
7. Opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi na podstawie budowy pasmowej przewodników i półprzewodników opisać wpływ temperatury na ich opór. 2. Rozwiązuje zadania i problemy związane z temperaturową zmianą oporu przewodników. 	

XI. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi podać przykłady ciał wytwarzających pole magnetyczne. 2. Potrafi naszkicować linie ziemskiego pola magnetycznego, magnesów trwałych, przewodników z prądem: prostoliniowego, pętli, zwojnicy. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada wiadomości o wektorach: <ol style="list-style-type: none"> a) definicja wektora, b) współrzędne wektora, c) mnożenie wektora przez liczbę, d) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, e) iloczyn skalarny dwóch wektorów, f) iloczyn wektorowy dwóch wektorów, g) rozkładanie wektora na składowe. 2. Zna twierdzenie Pitagorasa. 3. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus,
2. Oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzory i potrafi obliczać wektor indukcji magnetycznej przewodników z prądem: prostoliniowego, pętli, zwojnicy. 2. Zna jednostkę wektora indukcji magnetycznej. 	
3. Analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym, jednorodnym polu magnetycznym.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, że na naładowaną cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym działa siła Lorentza. 2. Zna wzór na siłę Lorentza. 3. Potrafi przeanalizować ruch cząstki naładowanej wpadającej równoległe, prostopadle i pod kątem ostrym do 	

	<p>linii sił pola magnetycznego.</p> <ol style="list-style-type: none"> Potrafi określić kierunek i zwrot siły Lorentza. Potrafi wyjaśnić, dlaczego nie da się rozdzielić od siebie biegunów pola magnetycznego. Zna zasadę działania i zastosowanie cyklotronu i akceleratora. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując siłę Lorentza. 	<p>cosinus, tangens, cotangens.</p> <ol style="list-style-type: none"> Zna wykresy funkcji trygonometrycznych. Zna tożsamości trygonometryczne Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. Zna miarę łukową kąta. Potrafi przeliczać miarę stopniową na łukową i odwrotnie.
4. Opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne.	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi opisać budowę wewnętrzną i wpływ na zewnętrzne pole magnetyczne diamagnetyków, paramagnetyków i ferromagnetyków. Podaje przykłady diamagnetyków, paramagnetyków i ferromagnetyków. Wie, co to jest temperatura Curie. 	
5. Opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych.	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi omówić zastosowanie ferromagnetyków. 	
6. Analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.	<ol style="list-style-type: none"> Wie, co to jest siła elektrodynamiczna, potrafi ją obliczyć określić jej kierunek i zwrot. Wie, że pomiędzy dwoma przewodnikami z prądem działa siła wzajemnego oddziaływania i potrafi obliczyć jej wartość. Zna definicję ampera. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy wykorzystując siłę elektrodynamiczną. 	
7. Opisuje zasadę działania silnika elektrycznego.	<ol style="list-style-type: none"> Zna budowę, zasadę działania i zastosowanie silnika elektrycznego. 	
8. Oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię.	<ol style="list-style-type: none"> Zna wzór na strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię i jego jednostkę. Potrafi obliczać strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię. 	
9. Analizuje napięcie	<ol style="list-style-type: none"> Wie, że podczas ruchu przewodnika w zewnętrznym polu 	

uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym.	<p>magnetycznym indukuje się siła elektromotoryczna.</p> <p>2. Potrafi obliczać wartość siły elektromotorycznej indukcji podczas ruchu przewodnika w zewnętrznym polu magnetycznym oraz powiązać ją z prawem Ohma.</p>	
10. Oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej.	<p>1. Potrafi podać doświadczalne przykłady wzbudzania prądu indukcyjnego.</p> <p>2. Zna warunki wzbudzania prądu indukcyjnego.</p> <p>3. Zna treść prawa Faradaya.</p> <p>4. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy stosując SEM indukcji.</p>	
11. Stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego.	<p>1. Stosując regułę Lenza potrafi wyznaczać kierunek prądu indukcyjnego.</p>	
12. Opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora.	<p>1. Zna budowę, zasadę działania i zastosowanie prądnicy.</p> <p>2. Zna budowę, zasadę działania i zastosowanie transformatora.</p> <p>3. Zna wzór na sprawność transformatora.</p> <p>4. Potrafi obliczać napięcie i natężenie prądu w uzwojeniu wtórnym.</p>	
13. Opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne).	<p>1. Zna definicje natężenia i napięcia skutecznego.</p> <p>2. Zna wartość skuteczną i częstotliwość prądu z sieci.</p> <p>3. Potrafi obliczyć wartość maksymalną napięcia w sieci.</p>	
14. Opisuje zjawisko samoindukcji.	<p>1. Wie, jakie warunki muszą wystąpić, aby wystąpiło zjawisko samoindukcji.</p> <p>2. Zna wzór na SEM samoindukcji.</p> <p>3. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy z zastosowaniem samoindukcji.</p>	
15. Opisuje działanie diody jako prostownika.	<p>1. Zna budowę półprzewodników samoistnych i domieszkowych typu n i p.</p> <p>2. Potrafi wyjaśnić zjawisko zachodzące w złączu n-p.</p>	

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Potrafi opisać działanie diody jako prostownika prądu przemiennego. 4. Potrafi opisać prostowanie jedno- i dwupołówkowe. 5. Wie, w jaki sposób podłączyć prostownik prądu do odbiornika. 	
16. Analizuje obwody prądu zmiennego: RL, RC, RLC.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna pojęcia reaktancji indukcyjnej i pojemnościowej. 2. Wie, czym jest impedancja i kąt przesunięcia fazowego. 	

XII. Fele elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać widmo fal elektromagnetycznych, najważniejsze właściwości fal z poszczególnych zakresów i ich zastosowanie. 2. Zna pojęcia światłości, strumienia światła i oświetlenia.* 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 2. Zna tożsamości trygonometryczne. 3. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 4. Potrafi rozwiązywać układ równań różnymi metodami. 5. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 6. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna.
2. Opisuje jedną z metod wyznaczania prędkości światła.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać wybraną metodę wyznaczania prędkości światła. 	
3. Opisuje doświadczenie Younga.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, na czym polega dyfrakcja i interferencja światła. 2. Zna warunki na występowanie maksymalnego wzmocnienia i wygaszenia interferujących fal. 3. Wie, że dyfrakcja i interferencja światła potwierdzają falową naturę światła. 4. Potrafi opisać doświadczenie Younga. 	
4. Wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, co to jest siatka dyfrakcyjna. 2. Zna pojęcie stałej siatki dyfrakcyjnej. 3. Wie, że płyta CD może być siatką dyfrakcyjną. 4. Potrafi wyznaczyć długość światła przy użyciu siatki dyfrakcyjnej. 5. Potrafi obliczać kąty ugięcia światła. 	
5. Opisuje i wyjaśnia zjawisko	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać polaryzację światła przy przejściu przez 	

polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator.	<p>polaryzator.</p> <ol style="list-style-type: none"> Potrafi opisać polaryzację światła przy odbiciu. Potrafi obliczać kąt polaryzacji Brewstera. Zna zastosowanie zjawiska polaryzacji. 	
6. Stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi opisać zjawisko odbicia światła. Potrafi wykonać konstrukcję obrazów z zwierciadła płaskim i kulistym. Potrafi opisać zjawisko załamania światła przy przejściu z ośrodka rzadszego do gęstszego i na odwrót. Zna prawa odbicia i załamania światła. Wie, co oznaczają współczynniki załamania światła. Wie, jak zachowuje się światło monochromatyczne i białe przy przejściu przez pryzmat. Potrafi rysować i opisywać przejście światła przez płytkę równoległościenną. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy stosując prawo odbicia i załamania światła. 	
7. Opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny.	<ol style="list-style-type: none"> Potrafi podać warunki które muszą wystąpić, aby zaszło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. Potrafi wyznaczyć kąt graniczny. Zna zastosowanie całkowitego wewnętrznego odbicia. 	
8. Rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających.	<ol style="list-style-type: none"> Wie, co to są soczewki i zna ich rodzaje. Wie, co to jest ognisko soczewki. Potrafi obliczyć ogniskową i zdolność skupiającą soczewki. Potrafi wyznaczyć konstrukcyjnie położenie obrazu w soczewce i podać jego cechy. Zna zastosowanie soczewek i potrafi omówić zasadę działania wybranych przyrządów optycznych. 	
9. Stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych	<ol style="list-style-type: none"> Zna równanie soczewki i wzór na powiększenie obrazu w soczewce. Stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie do 	

obrazów.	rozwiązywania zadań.	
10. Promieniowanie termiczne.*	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna pojęcie ciała doskonale czarnego.* 2. Zna wzór Stefana – Boltzmana.* 3. Zna prawo przesunięcia Wiena.* 	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

XIII. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Opisuje założenia kwantowego modelu światła.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać założenia kwantowego modelu światła. 2. Wie, co to są fotony i zna ich właściwości: prędkość, masa relatywistyczna, pęd, energia. 3. Potrafi obliczać masę relatywistyczną fotonów, ich pęd i energię znając długość fali lub jej częstotliwość. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 3. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe.
2. Stosuje zależność między energią fotonu, częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego. Wyjaśnia zasadę działania fotokomórki.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne w oparciu o kwantową naturę światła. 2. Stosując zasadę zachowania energii, potrafi rozwiązywać zadania i problemy związane ze zjawiskiem fotoelektrycznym zewnętrznym, w tym obliczać pracę wyjścia elektronu z metalu, maksymalną energię kinetyczną elektronów, ich prędkość. 3. Zna zastosowanie zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego. 4. Potrafi wyjaśnić zasadę działania fotokomórki i zna jej zastosowanie. 5. Rozumie pojęcie dualizmu korpuskularno- falowego oraz potrafi wymienić zjawiska potwierdzające kwantową i falową naturę światła. 	
3. Stosuje zasadę zachowania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna model budowy atomu wodoru wg teorii Bohra. 	

<p>energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Zna znaczenie pojęć: stan podstawowy, stany wzbudzone. 3. Rozróżnia pojęcie kwantu energii jako porcji energii odpowiadającej przejściu elektronu między poziomami energetycznymi atomu, a fotonem jako najmniejszą ilością promieniowania elektromagnetycznego o danej częstotliwości. 4. Wie jak powstają widma ciągłe oraz liniowe emisyjne i absorpcyjne. 5. Wie jak powstają serie widmowe w atomie wodoru oraz potrafi opisać serię Balmera. 6. Znając promień pierwszej orbity w atomie wodoru potrafi obliczyć promień dowolnej orbity. 7. Znając energię stanu podstawowego, potrafi obliczyć energię elektronu na dowolnej orbicie. 8. Stosując zasadę zachowania energii oraz kwantowy model promieniowania, potrafi obliczać częstotliwość i długość promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy. 9. Zna zastosowanie analizy widmowej. 	
<p>4. Opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potrafi opisać mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego. 2. Wie czym się różni widmo charakterystyczne promieniowania rentgenowskiego od widma ciągłego. 3. Wie, co oznacza krótkofalowa granica widma ciągłego. 4. Stosując zasadę zachowania energii, potrafi obliczać krótkofalową granicę widma promieniowania rentgenowskiego. 5. Zna zastosowanie promieniowania rentgenowskiego. 	
<p>5. Określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząsteczek.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna hipotezę de Broglie'a. 2. Zna doświadczalne potwierdzenie istnienia fal materii. 3. Zna zastosowanie fal materii. 4. Potrafi obliczać długość i częstotliwość fali de Broglie'a 	

	poruszających się cząsteczek.	
--	-------------------------------	--

XIV. Fizyka jądrowa. * Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:
1. Posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron. Podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Określa liczbę protonów i neutronów w jądrze na podstawie liczby masowej i atomowej. 2. Korzystając z tablicy z układu okresowego, podaje skład atomu. 3. Wie, co to są izotopy pierwiastka. 4. Podaje przykłady wybranych izotopów. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 3. Zna definicję logarytmu.
2. Posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania. Oblicza te wielkości dla dowolnego pierwiastka układu okresowego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zna wzór Einsteina. 2. Posługuje się pojęciami: energia spoczynkowa, deficyt masy, energia wiązania. 3. Oblicza deficyt masy i energię wiązania dla dowolnych pierwiastków układu okresowego. 	
3. Wymienia właściwości promieniowania jądrowego α, β, γ ; opisuje rozpady alfa, beta (wiadomości o neutronach nie są wymagane), sposób powstawania promieniowania gamma. Posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opisuje rozpady α, β. 2. Opisuje sposób powstawania promieniowania γ. 3. Zna właściwości promieniowania α, β, γ. 4. Zna regułę przesunięć. 5. Potrafi zapisać schematy przemian promieniotwórczych. 6. Posługuje się pojęciami jąder stabilnych i niestabilnych. 	
4. Opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu. Rysuje wykres zależności	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wie, co oznacza czas połowicznego rozpadu. 2. Zna prawo rozpadu promieniotwórczego. 3. Rysuje i interpretuje wykres $N(t)$. 4. Na podstawie wykresu odczytuje masę pozostałego pierwiastka. 	

<p>liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu. Wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie izotopem węgla ^{14}C.</p>	<p>5. Wyjaśnia zasadę datowania węglem C14. 6. Rozwiązuje zadania otwarte i zamknięte stosując prawo rozpadu promieniotwórczego.</p>	
<p>5. Opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii.</p>	<p>1. Opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i ładunku. 2. Potrafi ułożyć bilans energetyczny dla reakcji rozszczepienia i syntezy. 3. Potrafi określać jakie pierwiastki powstają podczas rozszczepienia i syntezy.</p>	
<p>6. Opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego.</p>	<p>1. Opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego.</p>	
<p>7. Wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię oraz na organizmy.</p>	<p>1. Wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię oraz na organizmy</p>	
<p>8. Podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości i energii jądrowej.</p>	<p>1. Podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości i energii jądrowej.</p>	
<p>9. Opisuje reakcję rozszczepienia uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu. Podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej.</p>	<p>1. Zna reakcję rozszczepienia uranu ^{235}U. 2. Podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej.</p>	
<p>10. Opisuje działania elektrowni atomowej oraz</p>	<p>1. Opisuje działanie elektrowni atomowej. 2. Zna budowę i przeznaczenie poszczególnych elementów</p>	

wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej.	reaktora. 3. Wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej.	
11. Opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach oraz bombie wodorowej.	4. Podaje przykłady reakcji termojądrowych. 5. Zna działanie bomby wodorowej. 6. Opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach: cykl p-p i CNO.	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

XV. Wymagania przekrojowe Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki, uczeń:	Uczeń:
1. Przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi.	
2. Samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczanie niepewności punktów pomiarowych).	1. Posiada wiadomości o wektorach: a) definicja wektora, b) współrzędne wektora, c) mnożenie wektora przez liczbę, d) dodawanie wektorów, wektor wypadkowy, e) iloczyn skalarny dwóch wektorów, f) iloczyn wektorowy dwóch wektorów, g) rozkładanie wektora na składowe. 2. Zna twierdzenie Pitagorasa 3. Zna definicje funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, tangens, cotangens. 4. Zna tożsamości trygonometryczne. 5. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 6. Potrafi rozwiązywać układ równań liniowych różnymi metodami. 7. Potrafi rozwiązywać równania kwadratowe. 8. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej. 9. Posiada umiejętność analizy wykresów.
3. Przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.	
4. Interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, a także za pomocą wykresu.	
5. Dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania, oblicza wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana).	
6. Opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności) a. pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie b. wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej.	
7. Szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku.	

	10. Potrafi wyliczyć średnią arytmetyczną. 11. Zna układ współrzędnych kartezjańskich na płaszczyźnie i w przestrzeni. 12. Zna miarę łukową kąta. 13. Potrafi zamieniać miarę łukową na stopniową i odwrotnie. 14. Potrafi wyprowadzić równanie toru. 15. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna.
8. Przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.	

XVI. Wymagania doświadczalne: Uczeń przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych poniżej badań polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczących:	Propozycje doświadczeń:	Matematyka w fizyce.
1. Ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym).	1. Badanie zmian położenia od czasu w ruchu jednostajnym prostoliniowym. 2. Wyznaczanie wartości średniej prędkości ciała. 3. Wyznaczanie przyspieszenia ciała w ruchu jednostajnie przyspieszonym. 4. Wyznaczanie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym.	1. Posiada biegłość w przekształceniach algebraicznych. 2. Potrafi sporządzić wykres funkcji liniowej i kwadratowej. 3. Posiada umiejętność analizy wykresów. 4. Potrafi wyliczyć średnią arytmetyczną. 5. Zna układ współrzędnych
2. Ruchu wahadła (np. wyznaczenie przyspieszenia)	1. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.	

ziemskiego).		<p>kartezjańskich na płaszczyźnie i w przestrzeni.</p> <p>6. Zna podstawy teorii pomiaru: średnia, niepewność względna i bezwzględna.</p>
3. Ciepła właściwego (np. wyznaczenie ciepła właściwego danej cieczy).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczania ciepła właściwego cieczy. 2. Wyznaczanie ciepła właściwego ciał stałych. 	
4. Kształtu linii pól magnetycznego i elektrycznego (np. wyznaczenie pola wokół przewodu w kształcie pętli, w którym płynie prąd).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Badanie rozkładu linii sił pola elektrostatycznego między elektrodami o różnych kształtach. 2. Badanie pola magnetycznego za pomocą opiłków żelaza. 	
5. Charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, ewentualnie diody (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności I(U)).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Badanie słuszności prawa Ohma, charakterystyka prądowo- napięciowa opornika, np. żarówki. 2. Badanie charakterystyki prądowo- napięciowej diody. 	
6. Drgań struny (np. pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny metodą rezonansową. 	
7. Dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczanie długości światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej. 2. Wyznaczanie stałej dyfrakcyjnej siatki. 3. Wyznaczanie gęstości ścieżek na płycie CD. 	
8. Załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą tarczy Kolbego. 2. Wyznaczanie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego. 	
9. Obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczanie ogniskowych soczewek. 2. Otrzymywanie obrazów za pomocą soczewek skupiających. 	

IV. Tematy z proponowaną liczbą godzin .

Proponowana tematyka zaplanowana jest na 240 godzin. Nie zawiera tematów przeznaczonych na rozwiązywanie zadań, powtórzenie materiału oraz sprawdziany. Nauczyciel uwzględniając specyfikę klasy, powinien sam przeznaczyć na te zagadnienia odpowiednią ilość godzin. W przypadku, jeśli w danej klasie przewidziana jest większa liczba godzin niż 240, pozostałe godziny należy przeznaczyć na rozwiązywanie zadań lub tematy uzupełniające, przygotowujące uczniów do egzaminu maturalnego.

	l.p.	Temat lekcji:
Kinematyka. Ruch punktu materialnego.	1.	Lekcja organizacyjna. Zapoznanie uczniów z programem nauczania, przedstawienie PSO, omówienie regulaminu pracowni fizycznej i przepisów BHP.
	2.	Wielkości skalarne i wektorowe w fizyce. Działania na wektorach.
	3.	Niepewności pomiarowe. Prosta najlepszego dopasowania.
	4.	Wielkości opisujące ruch. Ruch jednostajny prostoliniowy.
	5.	Szybkość i prędkość średnia.
	6.	Względność ruchu.
	7.	Ruch jednostajnie przyspieszony.
	8.	Ruch jednostajnie opóźniony.
Proponowana liczba godzin.	15	

	l.p.	Temat lekcji:
Dynamika i elementy grawitacji.	1.	Zasady dynamiki Newtona i ich zastosowanie.
	2.	Prawo powszechnego ciężenia.
	3.	Pole grawitacyjne i jego matematyczny opis.
	4.	Przyspieszenie grawitacyjne.
	5.	Spadek swobodny. Rzut pionowy do góry i do dołu.
	6.	Ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego i ukośnego.
	7.	Pęd. Uogólniona postać II zasady dynamiki.
	8.	Zasada zachowania pędu. Zjawisko odrzutu.
	9.	Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siły bezwładności.
	10.	Siły oporu. Tarcie.
	11.	Ruch ciał na równi pochyłej.
	12.	Ruch po okręgu. Siła dośrodkowa.
Proponowana liczba godzin.	25	

	l.p.	Temat lekcji:
Mechanika bryły sztywnej.	1.	Wiadomości wstępne o ruchu postępowym i obrotowym bryły sztywnej. Środek masy bryły sztywnej.
	2.	Moment bezwładności bryły sztywnej.
	3.	Moment siły. Podstawowe prawa dynamiki ruchu obrotowego bryły sztywnej.
	4.	Analiza ruchu obrotowego pod wpływem momentu sił.
	5.	Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu.
Proponowana liczba godzin.	15	

	l.p.	Temat lekcji:
Energia mechaniczna.	1.	Praca i moc mechaniczna. Sprawność urządzeń.
	2.	Energia mechaniczna w jednorodnym polu grawitacyjnym.
	3.	Praca siły w jednorodnym polu grawitacyjnym.
	4.	Zasada zachowania energii mechanicznej w ruchu postępowym i obrotowym.
	5.	Prędkości kosmiczne.
	6.	Ruch po okręgu pod wpływem siły grawitacji. Naturalne i sztuczne satelity.
	7.	Przeciążenie i nieważkość.
	8.	Prawa Keplera.
Proponowana liczba godzin.	15	

	l.p.	Temat lekcji*:
* Grawitacja i elementy astronomii.	1.	Fazy Księżyca. Pomiar odległości metodą paralaksy.
	2.	Galaktyka i Układ Słoneczny. Prawo Hubble'a.
	3.	Wielki Wybuch jako początek Wszechświata.
Proponowana liczba godzin.	4*	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

	l.p.	Temat lekcji:
Termodynamika.	1.	Budowa gazu doskonałego. Zderzenia sprężyste i niesprężyste.
	2.	Energia wewnętrzna gazu doskonałego. Skala Kelwina.
	3.	Podstawowy wzór teorii kinetyczno- molekularnej gazu. Równanie stanu gazu doskonałego.
	4.	Równanie Clapeyrona.
	5.	Izoprzemiany gazu doskonałego.
	6.	I zasada termodynamiki.
	7.	Praca gazu przy zmianie objętości.
	8.	Molowe ciepło właściwe.
	9.	Silniki cieplne. II zasada termodynamiki.
	10.	Zmiany stanu skupienia. Ciepło właściwe.
	11.	Przejścia fazowe. Ciepło przemiany fazowej.
	12.	Zasada bilansu cieplnego.
Proponowana liczba godzin.	22	

	l.p.	Temat lekcji*:
Właściwości materii.*	1.	Budowa mikroskopowa cieczy i ciał stałych. Budowa kryształów.
	2.	Siły międzycząsteczkowe. Napięcie powierzchniowe. Właskowatość.
	3.	Ciśnienie hydrostatyczne. Naczynia połączone. Prawo Pascala.
	4.	Prawo Archimedesesa.
	5.	Pływanie ciał.
Proponowana liczba godzin.	8*	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

	l.p.	Temat lekcji:
Ruch harmoniczny i fale mechaniczne.	1.	Wiadomości wstępne o ruchu harmonicznym.
	2.	Matematyczny opis oscylatora harmonicznego.
	3.	Energia w ruchu drgającym. Zasada zachowania energii.
	4.	Wahadło sprężynowe i matematyczna jako przykłady ruchu drgającego.
	5.	Drgania wymuszone. Rezonans mechaniczny.
	6.	Wiadomości wstępne o falach mechanicznych.
	7.	Odbicie i załamanie fali mechanicznej.
	8.	Dyfrakcja i interferencja fal.
	9.	Fale stojące.
	10.	Fale akustyczne. Fale stojące w akustyce.
	11.	Zjawisko Dopplera.
Proponowana liczba godzin.	25	

	l.p.	Temat lekcji:
Pole elektryczne.	1.	Przypomnienie najważniejszych wiadomości z gimnazjum o polu elektrostatycznym.
	2.	Prawo Coulomba.
	3.	Pole elektryczne, jego rodzaje i matematyczny opis: natężenie i potencjał pola elektrycznego.
	4.	Superpozycja pól elektrycznych.
	5.	Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika. Piorunochron. Klatka Faradaya.
	6.	Praca w polu elektrycznym.
	7.	Pojemność elektryczna. Kondensatory.
	8.	Pojemność kondensatora. Łączenie kondensatorów
	9.	Energia naładowanego kondensatora. Praca przy ładowaniu kondensatora.
	10.	Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym.
Proponowana liczba godzin.	25	

	l.p.	Temat lekcji:
Prąd stały.	1.	Przypomnienie najważniejszych wiadomości z gimnazjum o prądzie elektrycznym.
	2.	Mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego ciał stałych.
	3.	Prawo Ohma dla odcinka obwodu.
	4.	Opór elektryczny przewodników i jego zależność od wymiarów geometrycznych i temperatury.
	5.	Łączenie oporników.
	6.	Praca i moc prądu elektrycznego. Prawo Joule'a.
	7.	Prawo Ohma dla całego obwodu. SEM ogniwa.
	8.	Prawa Kirchhoffa.
Proponowana liczba godzin.	18	

	l.p.	Temat lekcji:
Magnetyzm. Indukcja elektromagnetyczna.	1.	Pole magnetyczne wokół magnesów stałych i przewodników z prądem.
	2.	Wektor indukcji magnetycznej przewodników z prądem.
	3.	Siła elektrodynamiczna.
	4.	Siła Lorentza. Ruch naładowanej cząstki w stałym, jednorodnym polu magnetycznym.
	5.	Substancja w polu magnetycznym.
	6.	Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem. Silnik elektryczny.
	7.	Strumień wektora indukcji magnetycznej. Sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego.
	8.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Reguła Lenza. Prawo Faraday'a.
	9.	Zjawisko samoindukcji.
	10.	Budowa, działanie i zastosowanie transformatora.
	11.	Budowa, działanie i zastosowanie prądnicy prądu przemiennego.

	12.	Napięcie i natężenie prądu przemiennego.
	13.	Obwody prądu przemiennego: RL, RC, RLC.
	14.	Budowa półprzewodników samoistnych i domieszkowych typu „n” i „p”.
	15.	Dioda półprzewodnikowa jako prostownik prądu przemiennego.
Proponowana liczba godzin.	30	

	l.p.	Temat lekcji:
Fale elektromagnetyczne i optyka.	1.	Widmo fal elektromagnetycznych. (Światłość, strumień światła i oświetlenie.*)
	2.	Wyznaczanie prędkości światła.
	3.	Dyfrakcja i interferencja światła. Doświadczenie Younga.
	4.	Siatka dyfrakcyjna.
	5.	Polaryzacja światła.
	6.	Odbicie światła. Powstawanie obrazów w zwierciadle płaskim.
	7.	Zwierciadła kuliste. Powstawanie obrazów w zwierciadłach kulistych.
	8.	Równanie zwierciadła.
	9.	Zjawisko załamania światła. Prawa załamania światła.
	10.	Całkowite wewnętrzne odbicie i jego zastosowanie.
	11.	Przejsięcie światła monochromatycznego przez pryzmat i płytkę równoległościenną. Rozszczepienie światła białego w pryzmacie.
	12.	Soczewki i ich rodzaje. Położenie ogniska w soczewce.
	13.	Powstawanie obrazów w soczewkach.
	14.	Równanie soczewki.
	15.	Budowa, działanie i zastosowanie wybranych przyrządów optycznych.
	16.	Ciało doskonale czarne.*
Proponowana liczba godzin.	30	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

	l.p.	Temat lekcji:
Fizyka atomowa i kwanty promieniowania.	1.	Fotony i ich właściwości.
	2.	Zjawisko fotoelektryczne i jego wyjaśnienie na gruncie teorii kwantowej.
	3.	Fotokomórka i jej zastosowanie.
	4.	Dualizm korpuskularno- falowy.
	5.	Fale de Broglie’a.
	6.	Model budowy atomu wodoru.
	7.	Widma liniowe. Analiza widmowa.
	8.	Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego.
	9.	Krótkofalowa granica promieniowania rentgenowskiego. Zastosowanie promieniowania rentgenowskiego.
Proponowana liczba godzin.	20	

	l.p.	Temat lekcji*:
Fizyka jądrowa.*	1.	Budowa jądra atomowego.
	2.	Deficyt masy. Energia wiązania jądra atomowego.
	3.	Promieniotwórczość naturalna pierwiastków.
	4.	Prawo rozpadu promieniotwórczego.
	5.	Sztuczne reakcje jądrowe.
	6.	Energetyka jądrowa.
Proponowana liczba godzin.	15	

*- tematy uzupełniające, które nauczyciel może zrealizować w przypadku, jeśli po poznaniu specyfiki oddziały, pozwoli mu na to zaplanowana liczba godzin

V. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Realizacja celów kształcenia i wychowania wymaga stosowania odpowiednich metod nauczania, dostosowania sposobu oceniania do konkretnej grupy uczniów, doboru odpowiednich form pracy oraz wybrania środków dydaktycznych najlepiej oddających omawiane zagadnienie.

Już na samym wstępie należy jednoznacznie stwierdzić, że nie ma jednej, najlepszej metody nauczania, która zagwarantowałaby osiągnięcie sukcesu przez wszystkich uczniów. Nauczyciele stosują różnorodne formy pracy, różne metody nauczania oraz różne sposoby oceniania. Dobór powyższych zależy przede wszystkim od predyspozycji i osobowości nauczyciela, ale w największym stopniu od grupy uczniów w danym oddziale klasowym.

Uczniowie na IV etapie edukacyjnym mają już ukształtowane nawyki zdobywania wiedzy. Na pewno przyjdzie niejednokrotnie pracować z uczniami, którzy są szczególnie zainteresowani naukami przyrodniczymi i w związku z tym będą pracowali systematycznie i z dużym zaangażowaniem uczestniczyć w zajęciach lekcyjnych. Ale spotkamy się też z uczniami pracującymi niesystematycznie, jednak posiadającymi „inteligencję”, która pozwoli im na szybkie nadrobienie braków i wykorzystanie wiedzy zdobytej na innych przedmiotach. Ale będziemy pracować również z uczniami, którzy znaleźli się w danym oddziale klasowym „przez przypadek”, co pociąga za sobą małe zainteresowanie przedmiotem. Będziemy pracować z uczniami zdolnymi, leniwymi, sprytnymi i dociekliwymi. Dlatego też forma pracy i metody jakie wybierzemy uwarunkowane są od naszej osobowości i osobowości naszych uczniów.

Poniżej przedstawiono niektóre metody nauczania, formy pracy i środki dydaktyczne, które można stosować dążąc do osiągnięcia celów kształcenia z biologii.

Metody nauczania

czyli celowe i systematycznie stosowane działania nauczyciela mające umożliwić uczniom na opanowanie wiedzy oraz zdobycie umiejętności, które mogą zastosować w życiu codziennym, jak również mają wspomóc ucznia w rozwijaniu ich zainteresowań. Odpowiedni dobór metod nauczania powinien być uzależniony od wieku uczniów, treści nauczania, celów oraz dostępności środków dydaktycznych.

Wielu pedagogów dokonywało klasyfikacji metod nauczania. Poniżej przedstawiono tylko niektóre z nich.

Metody podające: (podawanie nowego materiału):

- a) wykład informacyjny – służy do przekazywania informacji w sposób usystematyzowany, gotowy do zapamiętania, tu nauczyciel stanowi źródło wiedzy,
- b) pogadanka – rozmowa nauczyciela z uczniami podczas, której nauczyciel zadaje pytania, na które uczniowie odpowiadają, nauczyciel prowadzi dyskusję, w której uczniowie wyciągają odpowiednie wnioski, w tym wypadku to uczniowie są źródłem wiedzy, sporządzają samodzielnie opisy,

- c) praca z tekstem – źródłem wiedzy jest podręcznik, uczeń opanowuje w ten sposób konkretną wiedzę, może również poszukiwać w podręczniku odpowiedzi na postawiony przez nauczyciela problem.

Metody problemowe (wykorzystanie wiedzy już posiadanej do poznania czegoś nowego):

Wykład problemowy – źródłem wiedzy jest nauczyciel, to nauczyciel formułuje, rozwija i rozwiązuje problem, zadaje sobie pytania, pokazuje drogi, którymi można rozwiązać problem, dyktuje notatkę uczniom,

Klasyczna metoda problemów – polega na formułowaniu przez nauczyciela problemu oraz kierowaniu jego rozwiązaniem. Uczniowie samodzielnie dochodzą do wiedzy poprzez rozwiązywanie problemów praktycznych i teoretycznych. Nauczyciel jest tu jednostką wspomagającą i moderującą pracę uczniów.

Metody aktywizujące:

Pozwalają na doskonalenie umiejętności przydatnych w życiu, uczą wyciągania wniosków, myślenia analitycznego i krytycznego, łączenia zdarzeń i faktów w związki przyczynowo – skutkowe, umiejętności właściwego zachowania się w nowej sytuacji, komunikatywności, dyskusji, kreatywności. Zajęcia prowadzone metodami aktywizującymi powodują, że zajęcia stają się bardziej atrakcyjne dla ucznia, wzbudzają zainteresowanie przedmiotem, powodują wzrost zaangażowania ucznia i wzbudzają ciekawość ucznia zagadnieniem. Przykładami metod aktywizujących są m.in.: metoda przypadków, symulacja, metoda projektu, metoda tekstu przewodniego, itp.

Metody eksponujące i programowane:

W tych metodach wykorzystujemy filmy dydaktyczne, ekspozycje, prezentacje multimedialne, animacje i inne programy komputerowe, Internet, platformy elearningowe, podręcznik programowany. Rozwój technologii ITI pozwala na przedstawienie wielu procesów przyrodniczych w sposób bardziej przystępny i poglądowy niż sam przekaz słowny, czy obrazkowy.

Metody praktyczne:

Za pomocą metod praktycznych kształtuje się i rozwija umiejętności oraz sprawności o charakterze praktycznym. Dowiedziono, że wiedza i umiejętności zdobyte podczas działania są znacznie trwalsze od wiedzy i umiejętności zdobytych za pomocą innych metod. Do tych metod zaliczamy m.in.: pokaz, ćwiczenia laboratoryjne, metoda projektów i inne. Podczas pokazu mamy możliwość wyjaśnić problem, wskazać pewne relacje i związki, ukazać strukturę. Ćwiczenia laboratoryjne pozwolą na opanowanie podstawowych technik wykorzystywanych podczas doświadczeń. Pozwalają uczniom poznać prawa i związki przyczynowo – skutkowe, dostarczają faktów do samodzielnego formułowania wniosków, uogólnień i zależności. Metoda projektów polega na samodzielnym realizowaniu przez

uczniów zadania, uczy korzystania z różnych źródeł wiedzy, krytycznego analizowania informacji. Metoda projektów często wykorzystuje pracę w grupie. Dlatego uczniowie przy okazji rozwiązywania problemu uczą się rozwiązywania konfliktów, słuchania innych, dyskusowania, dokonywania oceny pracy własnej i innych. Metoda ta przynosi wiele korzyści, ale wymaga od nauczyciela właściwego planowania terminu zlecenia wykonania projektu.

Formy pracy

czyli sposoby organizacji pracy na lekcji. Wybór odpowiedniej formy pracy zależy przede wszystkim od specyfiki przedmiotu, treści kształcenia, zakresu posiadanej przez uczniów wiedzy i umiejętności oraz środków dydaktycznych jakie posiadamy. Formy pracy z uczniem możemy podzielić zasadniczo na dwie grupy:

- praca indywidualna
- praca zbiorowa (grupowa lub z całą klasą).

Praca indywidualna polega na rozwiązywaniu przez wszystkich uczniów dokładnie takiego samego zadania, szukania odpowiedzi na te same pytania i rozwiązywania dokładnie tego samego problemu. Po czym jest wspólne uzgodnienie i usystematyzowanie wyników.

Praca zbiorowa (grupowa) polega na podzieleniu uczniów na małe grupy. Sposób podziału na grupy uzależniony jest od tego jaki cel chcemy osiągnąć i predyspozycji uczniów. W każdej grupie wyróżniamy lidera. Możemy przyjąć zasadę, że wszystkie grupy pracują nad tym samym problemem lub każda grupa ma do opracowania część pewnego większego problemu. Wyniki prac każdej z grup przedstawiane są na forum klasy przez lidera lub inną osobę wytypowaną przez grupę. Następnie nauczyciel podsumowuje pracę wszystkich grup. Praca w grupach pozwala dodatkowo na realizację celów wychowawczych. Uczy odpowiedzialności, umiejętności podporządkowania się, partnerstwa. Rozwija aktywność poznawczą oraz samodzielność ucznia, zwiększa wiarę we własne siły, uczy obiektywizmu.

Środki dydaktyczne

czyli różnego rodzaju materiały, urządzenia, modele, które mają dostarczyć uczniom odpowiednich bodźców wzrokowych, słuchowych i czuciowych ułatwiających poznanie nowych treści. Mają za zadanie skrócić proces uczenia się.

Podział środków dydaktycznych:

- środki naturalne, takie jak zjawiska i procesy bezpośrednio przebiegające w przyrodzie
- środki techniczne, które pokazują rzeczywistość w sposób pośredni:
 - tablica szkolna,
 - tablica interaktywna,
 - przyrządy i pomoce naukowe do przeprowadzania eksperymentów, przeźrocza, film, rysunki, fotografie, ilustracje z czasopism, folderów itp.,

- filmy dydaktyczne,
 - wirtualne środki dydaktyczne, multimedialne formy nauczania,
 - komputery,
 - modele.
- Środki symboliczne, przedstawiające rzeczywistość za pomocą słowa żywego i drukowanego (w tym podręcznik szkolny), plansz, schematów, grafów, map.

VI. Propozycje kryteriów oceny i metody sprawdzania osiągnięć uczniów

Sprawdzanie i ocenianie osiągnięć uczniów odgrywa szczególną rolę w procesie dydaktycznym. Ocenianie jest rozpoznawaniem przez nauczycieli poziomu i postępów w opanowywaniu przez uczniów wiadomości i umiejętności w odniesieniu do wymagań ogólnych i szczegółowych wynikających z podstawy programowej i realizowanego w szkole programu nauczania.

Wyniki osiągane w szkole są dla ucznia informacją o wartościowaniu efektów jego nauki, dla nauczyciela informacją o efektywności jego pracy. Ocena ucznia powinna polegać na odnotowywaniu postępów i ocenianiu jego pracy na podstawie:

- obserwacji aktywności np. podczas dyskusji, wykonywanych ćwiczeń i zadań,
- kontroli samodzielnej pracy z materiałami źródłowymi, podczas wykonywania projektów, udziału w pracach grupowych,
- samodzielnie przygotowanych opracowań w ramach wykonywanych projektów, referatów,
- odpowiedzi ustnych,
- prac domowych,
- aktywności na lekcji,
- kart pracy lub zeszytów ćwiczeń,
- prac praktycznych (np. ćwiczeń laboratoryjnych, ich dokumentowania),
- kartkówek (niezapowiedziana, trwająca od 5 do 15 min., obejmująca materiał nauczania max. do 3 tematów wstecz),
- pisemnych prac klasowych (zapowiedzianych wcześniej, trwających co najmniej jedną jednostkę lekcyjną obejmująca większy zakres materiału), w formie testów składających się z zadań otwartych i zamkniętych,
- prezentacji wykonanych samodzielnie lub w grupie,
- udziału w konkursach przedmiotowych.

Każdą z tych form sprawdzania należy stosować w procesie oceniania, ponieważ odnoszą się one do różnych elementów wiedzy i umiejętności.

Zaznajamianie uczniów z kryteriami i normami wymagań ukierunkowuje ich przygotowanie do sprawdzania ich osiągnięć przez nauczyciela. Pozwala na dokonywanie krytycznej samooceny poziomu tego przygotowania.

Proponuje się następujące **kryteria oceniania**:

Przykłady kryteriów odpowiedzi ustnej:

- zrozumienie polecenia,
- wyczerpanie tematu,
- posługiwanie się terminologią fizyczną,
- struktura wypowiedzi,
- samodzielność wypowiedzi,

- oryginalność wypowiedzi (np. podane przykłady, wskazanie powiązań i zależności, porównania, wnioski, wykorzystanie podczas odpowiedzi rysunku, prezentacji multimedialnej, animacji komputerowej),
- odwoływanie się w swojej wypowiedzi do źródeł pozapodręcznikowych,
- płynność wypowiedzi.

Przykłady kryteriów prac praktycznych (np. obserwacji, eksperymentów, pomiarów i in.):

- zrozumienie polecenia,
- zaplanowanie pracy,
- przygotowanie stanowiska pracy (np. np. dobór materiałów, przyrządów),
- sposób wykonania (np. zgodność z instrukcją, liczba powtórzeń),
- poprawność wykonania na poszczególnych etapach,
- samodzielność pracy,
- czas wykonania,
- krytyczna analiza wyników własnych badań.

Przykłady kryteriów oceny aktywności ucznia na lekcji:

- rodzaj pytań stawianych na lekcji,
- udzielanie odpowiedzi na pytania nauczyciela i innych uczniów,
- przedstawiania własnych argumentów, poglądów,
- przedstawianie pomysłów (np. rozwiązania problemu, sposobu zapisu notatki),
- uzupełnianie i poprawianie odpowiedzi kolegów i koleżanek,
- dokonywanie uogólnień, porządkowanie informacji,
- przedstawianie propozycji modyfikacji uczenia się.

Przykład kryteriów oceny pracy grupy:

- zaplanowanie pracy,
- rozwiązanie problemu,
- oryginalność pomysłów,
- prezentacja wyników pracy grupowej,
- jakość wykonania pracy,
- sposób komunikowania się,
- organizacja pracy w grupie,
- gospodarowanie czasem,
- dbałość o ład i porządek.

Planowanie procesu nauczania i oceniania powinno być skoncentrowane na działaniach ucznia, które doprowadzą do spełnienia wymagań wynikających zarówno z programu nauczania, jak też wymagań ogólnych i szczegółowych fizyki zawartych w podstawie programowej.

W ocenianiu szkolnym wyróżniamy:

- Ocenianie sumujące, które wartościuje wyniki kształcenia dla pewnego etapu edukacyjnego, jest ono ocenianiem wąskodydaktycznym, ograniczonym do osiągnięć poznawczych. Ocenianie to jest ważne dla administracji szkoły.
- Ocenianie kształtujące, które jest ważniejsze dla ucznia, gdyż dostarcza mu i jego nauczycielowi informacji do dalszego indywidualnego uczenia się i kształcenia. Ten typ oceniania może mieć miejsce w ocenianiu bieżącym.

Ocenianie kształtujące pomaga uczniowi się uczyć, ponieważ zawiera informacje na temat tego co uczeń zrobił dobrze, co i w jaki sposób powinien jeszcze poprawić oraz jak ma dalej pracować w celu osiągnięcia oczekiwanych rezultatów. Taki sposób oceniania pozwala uczniowi wziąć odpowiedzialność za swoje osiągnięcia. Aby ocenianie kształtujące przyniosło oczekiwane efekty muszą wystąpić następujące elementy:

- określenie celów lekcji, które sformułowane są w języku zrozumiałym przez ucznia,
- ustalenie kryteriów oceniania,
- wskazanie funkcji oceny sumującej i kształtującej,
- stworzenie atmosfery sprzyjającej uczeniu się,
- sformułowanie pytań kluczowych oraz pytań angażujących ucznia do rozwiązywania postawionego problemu,
- stosowanie informacji zwrotnej, mówiącej o pozytywnych efektach pracy ucznia, wskazującej na to co należy jeszcze poprawić i w jaki sposób oraz zawierającej wskazówki do dalszej pracy ucznia,
- wprowadzenie samooceny i oceny koleżeńskiej.

Ze względu na stosunek oceniania szkolnego do sprawdzania osiągnięć uczniów wyróżnia się ocenianie wąskodydaktyczne i ocenianie społeczno-wychowawcze.

1. Ocenianie wąskodydaktyczne to ustalanie i komunikowanie oceny wyłącznie na podstawie wyników sprawdzania, jest ono ograniczone do dziedziny poznawczej (intelektualnej). W tym typie oceniania nie uwzględnia się osiągnięć emocjonalno-motywacyjnych i warunków pracy ucznia. Tego typu ocenianie ma miejsce podczas egzaminów zewnętrznych.
2. Natomiast ustalanie i komunikowanie oceny na podstawie wielu kryteriów, wśród których wymagania programowe mogą odgrywać główną lub tylko pomocniczą rolę, określamy ocenianiem społeczno-wychowawczym. W ocenianiu tym ważną rolę odgrywa kontekst kształcenia obejmujący czynniki uczenia się niezależne od ucznia i nauczyciela oraz emocje i motywacje ucznia do uczenia się (np. aktywność, systematyczność, pilność, plany szkolne i zawodowe ucznia, warunki uczenia się w domu i w szkole).

Każdy nauczyciel zobligowany jest do utworzenia przedmiotowego systemu oceniania, który jest częścią składową szkolnego systemu oceniania. Przedmiotowy system oceniania powinien zawierać przede wszystkim informacje: co podlega ocenie, zasady oceniania, formy oceny, tryb oceniania, klasyfikowania i promocji. Ważne jest również, aby uczeń znał stosowany system punktowania każdej formy oceny.

Poniżej przedstawiony został przykładowy model punktacji prac klasowych, kartkówek i innych form:

celujący	100%	-	96%
bardzo dobry	95%	-	86%
dobry	85%	-	76%
dostateczny	75%	-	51%
dopuszczający	50%	-	31%
niedostateczny	30%	-	0%

Przy ustalaniu kryteriów oceny śródrocznej i rocznej należy brać stopień opanowania przez ucznia określonego zasobu wiedzy na temat faktów, pojęć i terminów, teorii biologicznych, przyrodniczych, zdobycie przez ucznia umiejętności pozwalających mu na zastosowanie zdobytej wiedzy do wykonywania doświadczeń i rozwiązywania różnorodnych problemów, posiadanie postaw umożliwiających odpowiedzialne funkcjonowanie we współczesnym świecie.

Każda ocena powinna być wystawiona z zastosowaniem indywidualnego podejścia do ucznia, powinna odzwierciedlać jego zdolności i zaangażowanie jego w pracę. Przedmiotowy system oceniania musi uwzględniać specyfikę szkoły i klasy, w której będzie on stosowany.

Ocena szkolna ma za zadanie:

- informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych,
- udzielanie uczniowi pomocy w samodzielnym planowaniu swojego rozwoju,
- motywowanie ucznia do dalszych postępów w nauce,
- dostarczanie rodzicom (prawnym opiekunom) i nauczycielom informacji o postępach, trudnościach w nauce oraz specjalnych uzdolnieniach ucznia,
- umożliwienie nauczycielom doskonalenia organizacji i metod pracy dydaktyczno – wychowawczej.

Ponadto ocena powinna być rzetelna, obiektywna, systematyczna, ukierunkowana na pomoc, dokonana jak najszybciej po sprawdzianie lub innej formie kontroli poziomu wiedzy i umiejętności.

Bibliografia

- Niemierko B 1999 – Pomiar wyników kształcenia. WSiP, Warszawa
Niemierko B. 2002 – Ocenianie szkolne bez tajemnic. WSiP, Warszawa
Ochendusko J. 1997 – Planowanie pracy dydaktycznej nauczyciela. WOM Bydgoszcz
Stawiński W. (red.) 2006 – Dydaktyka biologii i ochrony środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
Wojciechowska K., Kowalik E. 2000 – Szkolny system oceniania oparty na pomiarze dydaktycznym. Wydawnictwo Podkowa Bis, Gdańsk.

NOTATKI

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

