

**Maria Kallas
Karol Jagielski**

Rozumiem fizykę

**Program nauczania fizyki obejmujący treści nauczania na
poziomie rozszerzonym na IV etapie edukacyjnym**

*Na co będą potrzebne, pytało pacholę,
Trójkąty, czworoboki, koła, parabole?”
„Że potrzebne, rzekł mędrzec, musisz teraz wierzyć;
Na co potrzebne, zgadniesz, gdy zaczniesz świat mierzyć”.*

Adam Mickiewicz

SPIS TREŚCI

WSTĘP	4
PODSTAWA PROGRAMOWA KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO	5
FIZYKA.....	5
CELE KSZTAŁCENIA – WYMAGANIA OGÓLNE:.....	5
TREŚCI NAUCZANIA I UMIEJĘTNOŚCI – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE:.....	5
ZAŁOŻENIA PROGRAMU:.....	11
CELE EDUKACYJNE.....	12
TREŚCI NAUCZANIA Z PROPOZYCJĄ PRZYDZIAŁU GODZIN LEKCYJNYCH.....	14
SZCZEGÓŁOWE CELE KSZTAŁCENIA WRAZ Z PROPOZYCJĄ DOŚWIADCZEŃ, SYMULACJI ZJAWISK FIZYCZNYCH I PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH.....	18
SZCZEGÓŁOWE CELE WYCHOWANIA:.....	50
SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA I WYCHOWANIA, Z UWZGLĘDNIENIEM MOŻLIWOŚCI INDYWIDUALIZACJI PRACY W ZALEŻNOŚCI OD POTRZEB I MOŻLIWOŚCI UCZNIÓW ORAZ WARUNKÓW, W JAKICH PROGRAM BĘDZIE REALIZOWANY.....	51
OPIS ZAŁOŻONYCH OSIĄGNIĘĆ UCZNIA	55
PROPOZYCJE KRYTERIÓW OCENY I METOD SPRAWDZANIA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA ..	56
UWAGI KOŃCOWE	61

Wstęp

Program nauczania fizyki powstał na bazie wymiany doświadczeń, doradztwa i wzajemnego wsparcia nauczyciela z długoletnim stażem i młodego nauczyciela. Od kilku lat modyfikowaliśmy dostępne programy nauczania, szukając właściwej drogi nauczania fizyki. Nowa podstawa programowa stała się nas bodźcem do napisania własnego programu nauczania. Pisząc go, przeprowadziliśmy dogłębną analizę podstawy programowej, przeanalizowaliśmy dostępne programy nauczania, uwzględniliśmy wnioski wynikające z obserwacji uczniów dotyczące rozumienia i przyswajania fizyki. Celem naszej pracy było stworzenie narzędzia pozwalającego nauczać fizyki w sposób jak najbardziej efektywny i jednocześnie atrakcyjny dla ucznia.

Nauczanie fizyki jest trudne na każdym etapie, stawia przed nauczycielem cały szereg zadań i specyficznych problemów. Nauczyciel musi być wyposażony w pogłębioną wiedzę z fizyki, jak również wykazać się znajomością zagadnień pedagogicznych. Musi być twórcą, błyskawicznie reagującym na aktualne potrzeby uczniów. Aby u innych zapalić iskierkę zainteresowania, sam powinien płonąć. Współczesny nauczyciel musi być pasjonatem i hobbystą, który swoją pasją zaraża uczniów. Nie można u młodych ludzi wykształcić umiejętności twórczego myślenia, jeżeli nauczyciel sam nie jest twórcą.

Nowa podstawa programowa daje możliwość potraktowania fizyki jako nauki doświadczalnej (taką przecież jest), skupienia się na analizie zjawisk fizycznych, odejścia od zmatematyzowanej formy opisu zjawisk, potraktowania matematyki jedynie jako języka do opisu i analizy zjawisk fizycznych.

Ważnym czynnikiem wpływającym na efekty nauczania jest atmosfera pracy na lekcji. Młodzież potrzebuje partnera w dyskusji, a nie ekonoma rozliczającego z opanowanego materiału. Nauczyciel powinien być przewodnikiem, wyprzedzającym uczniów najwyżej o krok, zawsze jednak po ich stronie – otwartym na różne koncepcje, pomysły, niekrytykującym ich sposobów rozwiązań, żywo zainteresowanym ich dociekaniem, dopingującym do postawienia następnego pytania. Lekcja fizyki powinna pozwalać na samodzielne odkrywanie praw przyrody.

Zaproponowany przez nas program pozwala na pełną realizację wymagań zawartych w Podstawie programowej. Pozostawia nauczycielowi możliwość dostosowania go do zainteresowań i możliwości intelektualnych uczniów.

Podstawa programowa kształcenia ogólnego

FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

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

Treści nauczania i umiejętności – wymagania szczegółowe:

1. Ruch punktu materialnego. Uczeń:

- odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych,
- opisuje ruch w różnych układach odniesienia,
- oblicza prędkości względne dla ruchów wzdluż prostej,
- wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu,
- rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu,
- oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego,
- opisuje swobodny ruch, ciał wykorzystując I zasadę dynamiki,
- wyjaśnia ruch ciał na podstawie II zasady dynamiki,
- stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał,
- wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu,
- wyjaśnia zachowania się ciał pod działaniem sił bezwładności w układzie nieinercyjnym,
- posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał,
- składa i rozkłada siły działające wzdluż prostych nierównoległych,
- oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego,
- analizuje ruch ciał w 2 wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

2. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:

- rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności,
- rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności,
- oblicza momenty sił,

- analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił),
- wyznacza położenie środka masy,
- opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe),
- analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił,
- stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu,
- uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.

3. Energia mechaniczna. Uczeń:

- oblicza pracę siły na danej drodze,
- oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał,
- wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu,
- oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność,
- stosuje zasadę zachowania energii do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.

4. Grawitacja. Uczeń:

- wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi,
- rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego,
- oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego,
- wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem,
- oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej,
- wyjaśnia pojęcie I i II prędkości kosmicznej,
- oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi,
- oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych,
- oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.

5. Termodynamika. Uczeń:

- wykorzystuje równanie Clapeyrona do obliczania parametrów gazu,
- wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu,
- opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną,
- interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego,
- opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek,
- stosuje I zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła,

- oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej,
- posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych,
- analizuje I zasadę termodynamiki,
- interpretuje II zasadę termodynamiki,
- analizuje cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych,
- odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy,
- wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:

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

7. Pole elektryczne. Uczeń:

- wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami,
- posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego,
- oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od 1 ładunku punktowego,
- analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków,
- wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego,
- przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola,
- opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami,
- posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora,
- oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne,

- oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora,
- analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym,
- opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

8. Prąd stały. Uczeń:

- wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego,
- oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne,
- rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma,
- stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych,
- oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo lub równolegle,
- oblicza pracę prądu przepływającego przez różne elementy obwodu oraz moc wydzielaną na tych elementach,
- opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników,
- analizuje pracę prądu elektrycznego, przemianę energii elektrycznej w energię wewnętrzną.

9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:

- szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica),
- oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica),
- analizuje ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym,
- opisuje wpływ materiałów magnetycznych (ferromagnetyków) na pole magnetyczne,
- opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych,
- analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym,
- opisuje zasadę działania silnika elektrycznego,
- oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię,
- analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas ruchu przewodnika w polu magnetycznym,
- oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku indukcji elektromagnetycznej,
- stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego,
- opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora,
- opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne),
- opisuje działanie diody jako prostownika,
- opisuje zjawisko samoindukcji.

10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:

- opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje przykłady wykorzystania fal w poszczególnych zakresach,
- opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła,
- opisuje doświadczenia Younga,

- wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej,
- opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator,
- wykorzystuje prawo załamania światła do wyznaczenia biegu promienia w pobliżu granicy 2 ośrodków,
- opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny,
- rysuje obrazy rzeczywiste i pozorne otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających,
- stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.

11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:

- opisuje zjawisko fotoelektryczne,
- stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego wewnętrznego i zewnętrznego,
- stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy,
- opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego.

12. Wymagania przekrojowe.

Uczeń ma opanowaną wiedzę z wybranych działów fizyki, a oprócz tego:

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

13. Wymagania doświadczalne.

Uczeń przeprowadza badania polegające na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczące:

- ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym),

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

Założenia programu:

1. Program przeznaczony jest dla szkół ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia uzyskanie świadectwa dojrzałości po zdaniu egzaminu maturalnego. Pozwala zrealizować treści podstawy programowej w zakresie rozszerzonym. Obejmuje rozwinięcie wszystkich haseł pozwalających na przystąpienie do matury w zakresie rozszerzonym i podjęcie studiów na kierunkach ścisłych, technicznych lub przyrodniczych.
2. Zakładamy, że nauczyciel podejdzie twórczo do przedstawionego programu i nie skupi się na realizowaniu podstawy programowej. Jego uwaga będzie się koncentrować na nauczaniu fizyki i dołożeniu wszelkich starań, aby „zapalić w uczniach iskierkę” ciekawości i obudzić w nich duszę odkrywcy i badacza.
3. Zakładamy, że nauczyciel dokona niezbędnych modyfikacji programu (nie naruszając obowiązku realizacji wszystkich haseł zakresu rozszerzonego *podstawy programowej*). Modyfikacja ma na celu dostosowanie programu do indywidualnych potrzeb i możliwości ucznia oraz wyposażenia pracowni fizycznej.
4. Nauczanie fizyki zgodnie z tym programem zapewnia uczniowi bardzo dobre przygotowanie do matury oraz zgodnie z ideą reformy programowej będzie stanowić fundament wykształcenia, umożliwiając zdobycie zróżnicowanych kwalifikacji zawodowych, a następnie ich doskonalenie lub modyfikowanie, otwierając proces kształcenia się przez całe życie.

Cele edukacyjne

Głównym celem programu jest wykształcenie szczęśliwego człowieka, znającego swoją wartość, potrafiącego myśleć w sposób twórczy, przygotowanego do aktywnego udziału w życiu społeczeństwa.

Cele ogólne programu zgodnie z podstawą programową to:

1. w zakresie kształcenia:

- przyswojenie przez uczniów określonego zasobu wiadomości na temat praw, zasad, teorii i praktyk; tj. znajomość pojęć i praw fizyki,
- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązywania zadań obliczeniowych.,
- przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników,
- wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,
- posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych),
- zdobycie przez uczniów umiejętności wykorzystania posiadanych wiadomości podczas wykonywania zadań i rozwiązywania problemów,
- planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

2. w zakresie umiejętności:

- umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie,
- czytanie – umiejętność rozumienia, wykorzystywania i refleksyjnego przetwarzania tekstów, prowadząca do osiągnięcia własnych celów, rozwoju osobowego oraz aktywnego uczestnictwa w życiu społeczeństwa; analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści,
- myślenie matematyczne – umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym,
- wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków,
- 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; budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk,

- umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie; w tym dbałości o wzbogacanie zasobu słownictwa uczniów, poprawne posługiwanie się językiem fizyki,
- umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji,
- umiejętność rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych oraz uczenia się,
- umiejętność pracy zespołowej.

3. w zakresie postaw:

- kształtowanie u uczniów postawy sprzyjającej ich dalszemu rozwojowi indywidualnemu i społecznemu; otwierając proces kształcenia się przez całe życie,
- kształtowanie u uczniów postaw warunkujących sprawne i odpowiedzialne funkcjonowanie we współczesnym świecie,
- wychowanie uczniów do właściwego odbioru i wykorzystania mediów,
- rozwijanie umiejętności tworzenia środowiska sprzyjającego zdrowiu,
- indywidualizowanie rozwoju każdego ucznia, stosownie do jego potrzeb i możliwości.

Treści nauczania z propozycją przydziału godzin lekcyjnych

Wstęp do fizyki	
Temat	Liczba godzin łącznie
Przedmiot badań fizyki.	11
Metody badań w fizyce.	
Dodawanie i odejmowanie wektorów.	
Iloczyn skalarny i iloczyn wektorowy wektorów.	
Dokładność i niepewność pomiarów w fizyce. Niepewność bezwzględna. Niepewność względna. Oszacowanie rzędu wielkości.	
Niepewność pomiarów pośrednich.	
Prosta najlepszego dopasowania. Oszacowanie i analiza poprawności wzorów. Tworzenie najprostszych modeli.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Kinematyka	
Temat	Liczba godzin łącznie
Podstawowe pojęcia związane z ruchem.	24
Wielkości fizyczne opisujące ruch.	
Ruch jednostajny prostoliniowy – matematyczny opis ruchu.	
Ruch w różnych układach odniesienia – transformacja Galileusza.	
Ruch jednostajnie zmienny – matematyczny opis ruchu w 1 wymiarze (ruch po linii prostej).	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	
Przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym.	
Ruch po okręgu.	
Rzut pionowy w górę i w dół. Spadek swobodny.	
Matematyczny opis ruchu w 2 wymiarach (ruch na płaszczyźnie): rzut poziomy i ukośny.	
Klasyfikacja ruchów. Zadania i problemy z kinematyki.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Dynamika	
Temat	Liczba godzin łącznie
Rodzaje oddziaływań.	15
Zasady dynamiki Newtona. Przykłady zastosowania zasad dynamiki.	
Tarcie i jego rola w przyrodzie.	
Uogólniona postać II zasady dynamiki. Środek masy. Zasada zachowania pędu dla układu ciał.	
Opis ruchu w układach nieinercjalnych.	
Dynamika ruchu po okręgu.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Energia mechaniczna	
Temat	Liczba godzin łącznie
Praca. Moc.	9
Energia mechaniczna i jej przemiany.	
Rodzaje zderzeń. Zastosowanie zasady zachowania pędu i zasady zachowania energii do rozwiązywania zadań.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Mechaniki bryły sztywnej	
Temat	Liczba godzin łącznie
Wprowadzenie do ruchu obrotowego bryły sztywnej.	19
Moment bezwładności bryły sztywnej. Energia kinetyczna ruchu obrotowego.	
Moment siły.	
Równowaga bryły sztywnej.	
Środek masy bryły sztywnej.	
Analiza ruchu obrotowego.	
Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu.	
Złożenie ruchu obrotowego i postępowego.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Grawitacja	
Temat	Liczba godzin łącznie
Prawo powszechnego ciążenia.	14
Pole grawitacyjne. Natężenia pola grawitacyjnego.	
Przyspieszenie grawitacyjne.	
Praca w polu grawitacyjnym. Energia potencjalna. Potencjał pola grawitacyjnego.	
Prędkości kosmiczne.	
Ruch w polu grawitacyjnym.	
Stan nieważkości, przeciążenia i niedociążenia.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Termodynamika	
Temat	Liczba godzin łącznie
Podstawowe wielkości stosowane w termodynamice.	24
Zastosowanie prawa Archimedesesa.	
Model gazu doskonałego. Energia wewnętrzna gazu doskonałego.	
Przemiany gazu doskonałego.	
Praca w procesach termodynamicznych. Ciepło właściwe, ciepło molowe.	
I zasada termodynamiki a zasada zachowania energii.	
II zasada termodynamiki.	
Maszyny cieplne. Silnik Carnota.	
Przemiany fazowe.	
Przewodnictwo cieplne. Rozszerzalność termiczna.	
Bilans cieplny.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Ruch harmoniczny	
Temat	Liczba godzin łącznie
Własności sprężyste ciał stałych. Energia potencjalna sprężystości. Prawo Hooke'a.	14
Ruch drgający Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody. Matematyczny opis oscylatora harmonicznego.	
Praca i energia w ruchu harmonicznym.	
Wahadło matematyczne. Okres drgań w ruchu harmonicznym. Drgania swobodne, wymuszone i tłumione. Rezonans mechaniczny.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Fale mechaniczne	
Temat	Liczba godzin łącznie
Fale mechaniczne.	15
Zjawiska falowe.	
Fale akustyczne.	
Zjawisko Dopplera.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Elektrostatyka	
Temat	Liczba godzin łącznie
Budowa materii i elektryczne własności ciał.	22
Oddziaływanie ciał naelektryzowanych.	
Pole elektrostatyczne.	
Praca w jednorodnym i centralnym polu elektrostatycznym. Zachowawczy charakter pola elektrostatycznego. Energia potencjalna ładunku w polu elektrostatycznym.	
Potencjał pola elektrostatycznego.	
Przewodnik i dielektryk w polu elektrostatycznym.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	
Pojemność elektryczna. Kondensator płaski.	
Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Prąd stały	
Temat	Liczba godzin łącznie
Prąd stały.	15
Opór elektryczny. Prawo Ohma.	
Praca i moc prądu. Ciepło Joule'a.	
Szeregowe i równoległe łączenie odbiorników energii elektrycznej. II prawo Kirchhoffa.	
Siła elektromotoryczna źródła prądu, prawo Ohma dla obwodu zamkniętego. Opór wewnętrzny. Łączenie sił elektromotorycznych.	
Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	

Magnetyzm	
Temat	Liczba godzin łącznie
Pole magnetyczne.	13
Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym.	
Indukcja pola magnetycznego.	
Właściwości magnetyczne substancji.	
Siła elektrodynamiczna. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem. Silnik elektryczny.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Indukcja elektromagnetyczna	
Temat	Liczba godzin łącznie
Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	10
Zjawisko samoindukcji.	
Prąd przemienny.	
Transformator.	
Podstawy elektroniki półprzewodnikowej.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Fale elektromagnetyczne i optyka	
Temat	Liczba godzin łącznie
Fale elektromagnetyczne.	22
Zjawisko odbicia i załamania światła.	
Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.	
Zastosowanie praw załamania (pryzmat, rozszczepienie światła, płytka równoległościenna).	
Zwierciadła.	
Soczewki i ich zastosowania.	
Dyfrakcja i interferencja światła.	
Zjawisko polaryzacji.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego	
Temat	Liczba godzin łącznie
Zjawisko fotoelektryczne.	13
Model Bohra budowy atomu wodoru.	
Analiza widmowa.	
Laser.	
Lampa Rentgena.	
Fale de Broglie'a.	
Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	

Szczegółowe cele kształcenia wraz z propozycją doświadczeń, symulacji zjawisk fizycznych i programów komputerowych

Wymagania zawarte w podstawie programowej zostały napisane kursywą.

Wstęp do fizyki

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Dopelniające, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:		
1	Przedmiot badań fizyki.	Posługuje się pojęciem ciała fizycznego, punktu materialnego. Podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych. Posługuje się jednostkami wielkości fizycznych – podstawowych i złożonych. Podaje przykłady zjawisk fizycznych.	Zna różnice między prawem fizycznym a zasadą.	Zna zasady obowiązujące w fizyce.		
2	Metody badań w fizyce.	Wyjaśnia różnice między hipotezą a prawem fizycznym. Zna metody badań stosowane w fizyce. Opisuje, na czym polega metoda hipotetyczno-dedukcyjna.	Wyjaśnia różnice między metodami hipotetyczno-dedukcyjną a indukcyjną. Podaje przykłady stosowania metody hipotetyczno-dedukcyjnej w tworzeniu teorii w fizyce.	Wyjaśnia, jakie metody badań stosują fizycy wspólnie.		
3	Dodawanie i odejmowanie wektorów.	Wymienia cechy wektora. <i>Odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych.</i> Dodaje i odejmuje wektory. Mnoży i dzieli wektor przez liczbę. <i>Rozkłada wektor na składowe w dowolnych kierunkach.</i>	Dodaje wektory leżące na różnych prostych.	Rozwiązuje problemy związane z działaniami na wektorach.	Wyznaczanie siły wypadkowej i równoważącej.	Dodawanie wektorów ¹ .

¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/dodawanie,wektorow>.

4	Iloczyn skalarny i iloczyn wektorowy wektorów.	Zna operatory mnożenia skalarnie i wektorowo 2 wektorów.	Mnoży skalarnie wektory. Mnoży wektorowo wektory. Podaje przykłady zastosowania iloczynu skalarnego i iloczynu wektorowego wektorów.	Rozwiązuje problemy poprawnie, stosując operatory mnożenia wektorów.		
5	Dokładność i niepewność pomiarów w fizyce. Niepewność bezwzględna. Niepewność względna. Oszacowanie rzędu wielkości.	<i>Opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, oblicza niepewność względną).</i>	Określa niepewność pomiaru na konkretnych przykładach.		Pomiary długości i szacowanie niepewności	
6-7	Niepewność pomiarów pośrednich.	Oblicza niepewności pomiarowe wielkości złożonych (<i>wskazuje wielkość której pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej</i>). Posługuje się metodą najmniej korzystnego przypadku.	Określa niepewność pomiaru na konkretnych przykładach.	Stosuje metody statystyczne do wyznaczania niepewności pomiarowych.		

8-9	Prosta najlepszego dopasowania. Oszacowanie i analiza poprawności wzorów. Tworzenie najprostszych modeli.	Samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych). Interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu. Dopasowuje prostą $y=ax+b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana). Szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku. Wykorzystuje zdobyte umiejętności do opracowania i analizy wyników przeprowadzanych doświadczeń.	Odczytuje wartość prędkości na podstawie wykresu $s(t)$. Potrafi zinterpretować wyniki pomiaru.	Opracowuje wyniki pomiarów za pomocą programu Excel.	Badanie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnym prostoliniowym.	
10-11	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwala posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Rozwiązuje problemy.		

Kinematyka

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
12	Podstawowe pojęcia związane z ruchem.	Posługuje się poprawnie pojęciami: układ odniesienia, tor ruchu, droga, przesunięcie.	Opisuje ruch w więcej niż 1 układzie odniesienia.	Zna pojęcie ruchu w filozofii i naukach przyrodniczych.		Nowożytny poglądy na ruch, czas i przestrzeń cz. I ² . Nowożytny poglądy na ruch, czas i przestrzeń cz. II ³ .

² <http://www.scholaris.pl/zasob/nowozytny,poglady,na,ruch,czas,i,przestrzen>.

³ <http://www.scholaris.pl/zasob/starozytny,poglady,na,czas,ruch,i,przestrzen,cz,ii>.

13-15	Wielkości fizyczne opisujące ruch.	Posługuje się poprawnie wielkościami: przemieszczenie, szybkość średnia i chwilowa, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe. <i>Odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych.</i>	Wykorzystuje poznane wielkości do rozwiązywania zadań.	Wykorzystuje poznane wielkości do rozwiązywania zadań problemowych.	Wyznaczanie prędkości średniej.	Położenie, szybkość i czas ⁴ . Szybkość i jej wykres ⁵ . Wektor położenia ⁶ . Wektor przyspieszenia ⁷ .
16	Ruch jednostajny prostoliniowy – matematyczny opis ruchu.	<i>Wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu. Rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.</i>	Samodzielnie wykonuje poprawne wykresy – potrafi je wykorzystać do analizy ruchu.	Opisuje ruch, wykorzystując funkcję liniową.	Wyznaczanie prędkości w ruchu jednostajnym prostoliniowym.	Wypadkowa prędkość ⁸ .
17	Ruch w różnych układach odniesienia – transformacja Galileusza.	<i>Opisuje ruch w różnych układach odniesienia. Oblicza prędkości względne dla ruchów wzdluz prostej.</i>	Rozwiązuje zadania, wykorzystując prędkości względne.	Oblicza prędkości względne dla ruchów wzdluz różnych prostych.		
18-21	Ruch jednostajnie zmienny – matematyczny opis ruchu w 1 wymiarze (ruch po linii prostej).	<i>Wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.</i>	Wyprowadza i wykorzystuje do rozwiązywania zadań równania ruchu jednostajnie zmiennego, przedstawia te ruchy na wykresach.	Wykorzystuje wykresy zależności $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ oraz równania do rozwiązywania zadań.	<i>Wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym.</i>	Ruch przyspieszony ⁹ .
22-24	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwalą posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/polozenie,szybkosc,i,czas>.

⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/szybkosc,i,jej,wykres>.

⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/wektor,polozenia>.

⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/wektor,przyspieszenia>.

⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/wypadkowa,predkosc>.

⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/ruch,przyspieszony,1>.

25	Przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym.	Posługuje się pojęciami: przyspieszenie normalne i przyspieszenie styczne. <i>Opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego.</i>	Uzasadnia kierunek przyspieszenia w ruchu jednostajnym po okręgu oraz oblicza jego wartość.	Analizuje ruch po okręgu.		
26-27	Ruch po okręgu.	Posługuje się pojęciami: prędkość liniowa, okres ruchu, częstotliwość, prędkość kąтова, przyspieszenie dośrodkowe. Zna związki pomiędzy wielkościami liniowymi i kątowymi. <i>Oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego.</i>	Rozwiązuje proste problemy kinematyczne związane z ruchem po okręgu.	Stosuje zdobytą wiedzę w sytuacjach problemowych.	Pozytywka – wyznaczanie prędkości kątowej.	Formuła 1 ¹⁰ .
28	Rzut pionowy w górę i w dół. Spadek swobodny.	Opisuje rodzaje ruchów. <i>Oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego.</i>	Wyprowadza i wykorzystuje do rozwiązywania zadań równania ruchu jednostajnie zmiennego, przedstawia te ruchy na wykresach.	Wykorzystuje wykresy zależności $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ oraz równania ruchu do rozwiązywania zadań.	<i>spadku swobodnego (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności drogi od czasu.</i>	Gdy nie znamy szybkości końcowej ruchu ¹¹ .
29-30	Matematyczny opis ruchu w 2 wymiarach (ruch na płaszczyźnie): rzut poziomy i ukośny.	Oblicza parametry ruchu podczas rzutu poziomego i ukośnego. <i>Analizuje ruch ciał w 2 wymiarach na przykładzie rzutu poziomego oraz rzutu ukośnego.</i>	Potrafi wyprowadzić wzory na zasięg rzutu poziomego i ukośnego, wzór na maksymalną wysokość w rzucie ukośnym.	Stosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań problemowych.	Wyznaczanie prędkości początkowej ciała z pomiaru wysokości, z której rzucano i zasięgu rzutu.	Koszykówka ¹² . Samolot. Wektor prędkości w rzucie poziomym ¹³ . Wektor prędkości w rzucie ukośnym-1 ¹⁴ . Wektor prędkości w rzucie ukośnym-2 ¹⁵ .

¹⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/formula,1>.

¹¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/gdy,nie,znamy,szybkosci,koncowej,ruchu>.

¹² <http://www.scholaris.pl/zasob/koszykowka>.

¹³ <http://www.scholaris.pl/zasob/wektor,predkosci,w,rzucie,poziomym>.

¹⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/wektor,predkosci,w,rzucie,ukosnym>.

¹⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/wektor,predkosci,w,rzucie,ukosnym,1>.

31-32	Klasyfikacja ruchów. Zadania i problemy z kinematyki.	Zna kryteria podziału ruchów i dokonuje podziału ruchów według poznanych kryteriów.	Klasyfikuje ruchy. Rozwiązuje zadania dotyczące ruchów.	Rozwiązuje problemy dotyczące ruchów.		
33-35	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Dynamika

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopelniające, uczeń:		
36	Rodzaje oddziaływań.	Podaje przykłady oddziaływań występujących w przyrodzie. Podaje przykłady skutków oddziaływań. Wyjaśnia przyczyny zmian ruchu ciał. Stosuje pojęcia siła wypadkowa, siły równoważące. <i>Składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych.</i>	Oblicza siłę wypadkową, dla sił działających wzdłuż różnych prostych.	Rozkłada siłę wypadkową na składowe w dowolnie wybranych kierunkach.	Demonstracja podstawowych typów oddziaływań.	Mierzenie sił ¹⁶ .
37-38	Zasady dynamiki Newtona. Przykłady zastosowania zasad dynamiki.	Posługuje się pojęciami inercjalny i układ nieinercjalny. <i>Opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując I zasadę dynamiki.</i> <i>Wyjaśnia ruch ciał na podstawie II zasady dynamiki.</i> <i>Stosuje III zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał.</i>	Stosuje poprawnie zasady dynamiki do rozwiązywania zadań.	Rozwiązuje problemy, wykorzystując zasady dynamiki.	Demonstracja zasady bezwładności. Badanie zależności przyspieszenia od działającej siły i masy ciała. Sprawdzanie pierwszej zasady dynamiki.	Działanie dwóch nierównych sił ¹⁷ . I i III zasada dynamiki ¹⁸ . II zasada dynamiki. ¹⁹

¹⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/mierzenie,sil,1>.

¹⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/dzialanie,dwoch,nierownych,sil>.

¹⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/i,i,iii,zasada,dynamiki,1>.

¹⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/ii,zasada,dynamiki,1>.

39-41	Tarcie i jego rola w przyrodzie.	Wyjaśnia występowanie sił tarcia w oparciu o III zasadę dynamiki Newtona. Zna rodzaje sił tarcia i wie, od czego zależą. Oblicza siłę nacisku. <i>Posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.</i> <i>Składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych.</i> Stosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań.	Rozwiązuje zadania z uwzględnieniem sił tarcia posuwistego.	Rozwiązuje problemy z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.	Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego za pomocą zestawu klocków. Badanie oporu powietrza za pomocą suszarki elektrycznej.	Zależność siły oporu od prędkości ²⁰ .
42-43	Uogólniona postać II zasady dynamiki. Środek masy. Zasada zachowania pędu dla układu ciał.	Posługuje się pojęciami: pęd ciała i pęd układu ciał. Interpretuje postać ogólną II zasady dynamiki dla pojedynczego ciała. Objaśnia, co nazywamy układem ciał. Objaśnia na przykładach zasadę zachowania pędu dla pojedynczego ciała oraz układu ciał. <i>Wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zjawiska odrzutu.</i>	Uzasadnia uogólnioną postać II zasady dynamiki dla pojedynczego ciała. Posługuje się pojęciem środek masy. Objaśnia uogólnioną postać drugiej zasady dynamiki dla układu ciał.	Wyprowadza uogólnioną postać II zasady dynamiki dla układu ciał. Rozwiązuje problemy wykorzystujące postać ogólną II zasady dynamiki i zasady zachowania pędu.	Wyznaczanie środka ciężkości ciał niesymetrycznych. Demonstracja zjawiska odrzutu.	Lodołamacz ²¹ . Prędkość a impuls siły ²² .
44-46	Opis ruchu w układach nieinercjalnych.	<i>Wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym.</i>	Wyjaśnia zachowanie się ciał z punktu widzenia obserwatora w układzie inercjalnym i nieinercjalnym. Rozwiązuje zadania dynamiczne w układach nieinercjalnych.	Rozwiązuje problemy dynamiczne w układach inercjalnych i nieinercjalnych.	Demonstracja stanu nieważkości.	

²⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/zaleznosc,sily,oporu,od,predkosci>.

²¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/lodolamacz>.

²² <http://www.scholaris.pl/zasob/predkosc,a,impuls,sily>.

47-48	Dynamika ruchu po okręgu.	Posługuje się pojęciami: siła dośrodkowa i siła odśrodkowa. Oblicza wartość siły dośrodkowej i odśrodkowej.	Rozwiązuje zadania dotyczące ruchu po okręgu w układach inercjalnych i nieinercjalnych.	Rozwiązuje zadania i problemy dotyczące ruchu po okręgu w układach inercjalnych i nieinercjalnych.	Badanie ruchu jednostajnego po okręgu.	Człowiek na krzeselku karuzeli ²³ . Siły w ruchach krzywoliniowych ²⁴ . Zakrzywienie toru przez stałą siłę ²⁵ .
49-50	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Energia mechaniczna

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
51-52	Praca. Moc.	Oblicza pracę siły na danej drodze. Oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność. Oblicza moc urządzeń.	Rozwiązuje zadania dotyczące mechaniki punktu materialnego z uwzględnieniem obliczania mocy i pracy.	Rozwiązuje problemy dotyczące mechaniki punktu materialnego z uwzględnieniem obliczania mocy i pracy.	Wyznaczanie sprawności równi pochyłej. Wyznaczanie sprawności równi pochyłej.	Praca-1 ²⁶ . Praca-2 ²⁷ . Praca i tarcie ²⁸ . Praca na raty ²⁹ . Jak obliczamy pracę? ³⁰ . Moc średnia i chwilowa ³¹ .

²³ <http://www.scholaris.pl/zasob/czlowiek,na,krzeselku,karuzeli>.

²⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/sily,w,ruchach,krzywoliniowych>.

²⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/zakrzywienie,toru,przez,stala,sile>.

²⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/praca,1>,

²⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/praca,1>,

²⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/praca,i,tarcie>,

²⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/praca,na,raty>,

³⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/jak,obliczamy,prace,1>,

³¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/moc,srednia,i,chwilowa>,

53-55	Energia mechaniczna i jej przemiany.	<i>Oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym.</i> Potrafi obliczyć energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy. Potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała. Potrafi podać przykład zasady zachowania energii. <i>Wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.</i>	Wyjaśnia, jakie siły nazywamy siłami wewnętrznymi w układzie ciał, a jakie siłami zewnętrznymi. Wyjaśnia definicję energii mechanicznej układu ciał i definicję jej rodzajów. Wykorzystuje zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań.	Rozwiązuje problemy związane ze zmianami energii mechanicznej i jej zachowaniem.	Wyznaczanie prędkości ciała spadającego swobodnie.	Energia³². Energia mechaniczna³³. Energia kinetyczna³⁴. Jak obliczyć energię kinetyczną, nie znając wzoru?³⁵. Energia potencjalna-1³⁶. Energia potencjalna-2³⁷. Energia potencjalna-3³⁸. Energia potencjalna a środek ciężkości³⁹. Energia potencjalna grawitacji⁴⁰.
56-57	Rodzaje zderzeń. Zastosowanie zasady zachowania pędu i zasady zachowania energii do rozwiązywania zadań.	Posługuje się pojęciami: zderzenie sprężyste i zderzenie niesprężyste <i>Wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń sprężystych i niesprężystych.</i> <i>Stosuje zasadę zachowania energii do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.</i>	Rozwiązuje zadania, wykorzystując zasadę zachowania pędu i zasadę zachowania energii.	Rozwiązuje problemy, wykorzystując zasadę zachowania pędu i zasadę zachowania energii.		Zderzenia kul⁴¹. Zderzenia⁴².

³² <http://www.scholaris.pl/zasob/energia>.

³³ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,mechaniczna,2>.

³⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,kinetyczna,4>.

³⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/jak,obliczyc,energie,kinetyczna,nie,znajac,wzoru>.

³⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,potencjalna,1>.

³⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,potencjalna,1>.

³⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,potencjalna,2>.

³⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,potencjalna,a,srodek,ciezkosci>.

⁴⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,potencjalna,grawitacji>.

⁴¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/zderzenia,kul>.

⁴² <http://www.scholaris.pl/zasob/zderzenie>.

58-59	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		
-------	---	--	---------------------------------------	--	--	--

Mechanika bryły sztywnej

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
60-61	Wprowadzenie do ruchu obrotowego bryły sztywnej.	<i>Rozróżnia następujące pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna oraz zna granice ich stosowalności.</i> Posługuje się definicją prędkości kątowej oraz przyspieszenia kątowego. Wykorzystuje związek pomiędzy prędkością kątową a prędkością liniową, przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem liniowym.	Opisuje ruch obrotowy jednostajny i jednostajnie zmienny.	Podaje przykłady ruchów obrotowych niejednostajnie zmiennych.		
62–63	Moment bezwładności bryły sztywnej. Energia kinetyczna ruchu obrotowego.	<i>Rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności.</i> Wykorzystuje wzory na momenty bezwładności bryły o regularnych kształtach dla osi przechodzących przez środek masy. Oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego.	Stosuje twierdzenie Steinera do obliczania momentu bezwładności. Oblicza energię kinetyczną dla brył obracających się wokół dowolnej osi.	Oblicza moment bezwładności dla skomplikowanych układów brył o regularnych kształtach. Wyprowadza na drodze rozumowania wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego.	Wyznaczanie momentu bezwładności walca.	
64-65	Moment siły.	Definiuje moment siły. <i>Potrafi obliczać moment siły.</i>	Wyznacza na podstawie definicji iloczynu wektorowego kierunek, zwrot oraz wartość momentu siły.	Definiuje II zasadę dynamiki ruchu obrotowego i wykorzystuje ją do rozwiązywania problemów.		Ćwiczenie - moment siły ⁴³ . Moment sił ⁴⁴ .

⁴³ <http://www.scholaris.pl/zasob/cwiczenie,-,moment,sily>.

⁴⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/moment,sily,1>.

66-67	Równowaga bryły sztywnej.	Formułuje I zasadę dynamiki ruchu obrotowego. <i>Analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w 1 płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił).</i>	Podaje przykłady równowagi bryły sztywnej (np. dźwignia dwustronna) oraz jej praktyczne zastosowanie.	Stosuje warunki równowagi do rozwiązywania problemów. Formułuje punkt równowagi trwałej i chwiejnej oraz podaje przykłady.	Wyznaczanie masy ciała za pomocą dźwigni dwustronnej	Dźwignia jednostronna ⁴⁵ . Dźwignie dwustronne ⁴⁶ . Klin ⁴⁷ . Kołowrót ⁴⁸ .
68-69	Środek masy bryły sztywnej.	Posługuje się pojęciem środka masy bryły sztywnej. <i>Wyznacza środek masy układu.</i>	Oblicza położenie środka masy.	Oblicza położenie środka masy, wykorzystując układ współrzędnych.	Demonstracja środka masy układów niesymetrycznych (np. choinka z gwoździ).	
70-71	Analiza ruchu obrotowego.	<i>Opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy.</i>	Stosuje II zasadę dynamiki do analizy ruchu obrotowego.	Oblicza pracę oraz moc chwilową w ruchu obrotowym.		
72-73	Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu.	Posługuje się pojęciem momentu pędu. Formułuje zasadę zachowania momentu pędu oraz podaje przykłady jej zastosowania. <i>Stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu.</i>	Wykorzystuje II zasadę dynamiki w postaci uogólnionej do rozwiązywania zadań. Wyprowadza na drodze rozumowania zasadę zachowania momentu pędu.	Stosuje II zasadę dynamiki w postaci uogólnionej do rozwiązywania zadań problemowych.	Badanie momentu pędu koła rowerowego.	
74-77	Złożenie ruchu obrotowego i postępowego.	<i>Analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił. Uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.</i>	Przedstawia toczenie się bez poślizgu jako złożenie ruchów.	Rozwiązuje zadania wymagające składania ruchu postępowego i obrotowego.		
78-79	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwalą posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

⁴⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/dzwignia,jednostronna,2>.

⁴⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/dzwignie,dwustronne>.

⁴⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/klin>.

⁴⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/kolowrot>.

Grawitacja

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe - wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopelniające, uczeń:		
80	Prawo powszechnego ciążenia.	<i>Wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi.</i>	Wyjaśnia różnicę między ciężarem a siłą grawitacji.	Objaśnia pojęcie masy grawitacyjnej i bezwładnej.		Grawitacja działająca na kule ⁴⁹ .
81-82	Pole grawitacyjne. Natężenia pola grawitacyjnego.	Wie, że każde ciało obdarzone masą wytwarza pole grawitacyjne. <i>Rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego.</i> <i>Oblicza wartość i wyznacza kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego.</i> Oblicza natężenia pola grawitacyjnego.	Rysuje wykres zależności natężenia pola grawitacyjnego od odległości od źródła pola.	Opisuje oddziaływania grawitacyjne wewnątrz dowolnej planety.	Wyznaczanie natężenia pola grawitacyjnego.	Jednorodne pole grawitacyjne ⁵⁰ .
83	Przyspieszenie grawitacyjne.	<i>Wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem.</i>	Oblicza wartość przyspieszenia na dowolnej wysokości od powierzchni planety.	Uzasadnia zależność przyspieszenia grawitacyjnego od szerokości geograficznej.	Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą równi pochyłej.	
84-85	Praca w polu grawitacyjnym. Energia potencjalna. Potencjał pola grawitacyjnego.	<i>Oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej.</i>	Oblicza potencjał pola grawitacyjnego. Opisuje pole grawitacyjne jako pole zachowawcze. Rysuje i interpretuje wykres energii potencjalnej grawitacji.	Rozwiązuje ilościowo problemy w polu grawitacyjnym. Posługuje się pojęciem powierzchni ekwipotencjalne.		
86	Prędkości kosmiczne.	<i>Wyjaśnia pojęcie I i II prędkości kosmicznej.</i> <i>Oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich.</i>	Wyprowadzić wzór na I i II prędkość kosmiczną.	Rozwiązuje zadanie problemowe.		

⁴⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/grawitacja,dzialajaca,na,kule,2>.

⁵⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/jednorodne,pole,grawitacyjne>.

87-88	Ruch w polu grawitacyjnym.	Wie, że w ruchu satelitów po orbicie kołowej siła grawitacji pełni funkcję siły dośrodkowej. Zna prawa Keplera w ruchu planet wokół Słońca. <i>Oblicza okres ruchu satelitów wokół Ziemi.</i> <i>Oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych.</i> <i>Oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.</i>	Wyprowadza III prawo Keplera dla orbit kołowych.	Rozwiązuje zadanie problemowe.		
89-90	Stan nieważkości, przeciążenia i niedociążenia.	Definiuje stan nieważkości. Podaje przykłady występowania stanu nieważkości.	Opisuje i wyjaśnia występowanie stanów przeciążenia oraz niedociążenia.	Oblicz przeciążenia np. podczas startu rakiety.		
91-92	Powtórzenie wiadomości i sprawdzenie.	Powtarza i utrwala posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Termodynamika

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
93-94	Podstawowe wielkości stosowane w termodynamice.	Posługuje się pojęciami: ciśnienie, ciśnienie hydrostatyczne oraz siła parcia.	Posługuje się prawem Pascala.	Wyjaśnia paradoks hydrostatyczny.	Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą U rurki.	Ciśnienie ⁵¹ . Ciśnienie atmosferyczne ⁵² . Ciśnienie cieczy ⁵³ . Podnośniki hydrauliczne ⁵⁴ . Siła działająca na klocek hamulcowy ⁵⁵ .
95-97	Zastosowanie prawa Archimedesesa.	Wyjaśnia warunki pływania ciał, wykorzystując prawo Archimedesesa.	Oblicza siłę wyporu działającą na ciało zanurzone w cieczy lub gazie.	Wyprowadza na drodze rozumowania prawo Archimedesesa.	Wyznaczanie gęstości nieznanej substancji oraz gęstości gliceryny.	
98-99	Model gazu doskonałego. Energia wewnętrzna gazu doskonałego.	<i>Wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu. Opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek.</i>	Formułuje zerową zasadę termodynamiki. Objasnia następujące pojęcia: zasadę ekwipartycji energii oraz stopnie swobody.	Wyprowadza fundamentalny wzór kinetyczno-molekularnej teorii gazu. Oblicza energię wewnętrzną dla dowolnego gazu.		Ciśnienie gazu w naczyniu ⁵⁶ . Energia wewnętrzna gazu doskonałego ⁵⁷ . Doświadczenie Sterna ⁵⁸ .

⁵¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/cisnienie>.

⁵² <http://www.scholaris.pl/zasob/cisnienie,atmosferyczne,1>.

⁵³ <http://www.scholaris.pl/zasob/cisnienie,cieczy>.

⁵⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/podnosnik,hydrauliczny>.

⁵⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/sila,dzialajaca,na,klocek,hamulcowy>.

⁵⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/cisnienie,gazu,w,naczyniu,1>.

⁵⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/energia,wewnetrzna,gazu,doskonalego>.

⁵⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/doswiadczenie,sterna>.

100-101	Przemiany gazu doskonałego.	<i>Opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną. Interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.</i>	Stosuje równanie gazu doskonałego oraz Clapeyrona do opisu przemian gazu doskonałego.	Definiuje przemiany gazu doskonałego jako procesy kwazistatyczne.	Sprawdzanie prawa Boyle’a – Mariotte’a.	
102-105	Praca w procesach termodynamicznych. Ciepło właściwe, ciepło molowe.	<i>Oblicza pracę wykonaną w przemianie izobarycznej. Posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach. Potrafi zapisać wzór na ciepło.</i>	Oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$. Posługuje się pojęciem ciepła molowego przy stałej objętości oraz przy stałym ciśnieniu.	Wyprowadza zależność na drodze rozumowania pomiędzy C_v a C_p .		Ciepło właściwe ⁵⁹ . Ciepło molowe gazu ⁶⁰ . Ciepło molowe a masa molowa ⁶¹ . Ciepło molowe a masa molowa 2 ⁶² . Ciepło molowe przy stałej objętości ⁶³ . Ciepło molowe przy stałym ciśnieniu ⁶⁴ .
106-107	I zasada termodynamiki a zasada zachowania energii.	<i>Stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła. Oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach gazu doskonałego. Analizuje I zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.</i>	Interpretuje I zasadę termodynamiki dla przemian gazu doskonałego. Uzasadnia, że energia wewnętrzna gazu doskonałego jest funkcją stanu.	Rozwiązuje zadania problemowe z zastosowaniem I zasady termodynamiki. Opisuje przemianę adiabatyczną.		Przemiana adiabatyczna w przybliżeniu ⁶⁵ .
108	II zasada termodynamiki.	<i>Interpretuje drugą zasadę termodynamiki.</i>	Definiuje pojęcie entropii. Wiąże procesy odwracalne i nieodwracalne ze zmianą entropii układu.	Wiąże zmianę entropii gazu z prawdopodobieństwem wystąpienia danego stanu.		

⁵⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/cieplo,wlasciwe,4>.

⁶⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/cieplo,molowe,gazu>.

⁶¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/cieplo,molowe,a,masa,molowe>.

⁶² <http://www.scholaris.pl/zasob/cieplo,molowe,a,masa,molowe,2>.

⁶³ <http://www.scholaris.pl/zasob/cieplo,molowe,przy,stalej,objetosci,1>.

⁶⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/wartosc,ciepla,molowego,przy,stalym,cisnieniu>.

⁶⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/przemiana,adiabatyczna,w,przyblizeniu,1>.

109	Maszyny ciepłne. Silnik Carnota.	<i>Analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonywaną pracę. Zna model silnika Carnota.</i>	Opisuje cykl termodynamiczny silnika Carnota na podstawie wykresu $p(V)$.	Opisuje proces odwrotny do procesu Carnota.		Maszyny ciepłne ⁶⁶ .
110	Przemiany fazowe.	<i>Odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego. Analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy. Definiuje ciepło w przemianach fazowych.</i>	Opisuje przemiany fazowe, wiążąc z I zasadą termodynamiki. Wykonuje odpowiednie wykresy oraz dokonuje ich interpretacji.			
111-112	Przewodnictwo ciepłne. Rozszerzalność termiczna.	Opisuje zjawisko konwekcji. Opisuje przewodzenie ciepła.	Stosuje prawo rozszerzalności objętościowej oraz liniowej.	Rozwiązuje zadania problemowe.		Rozszerzalność termiczna ⁶⁷ .
113-114	Bilans cieplny.	<i>Wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.</i>			Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy.	
115-116	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

⁶⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/maszyny,cieplne>.

⁶⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/rozszerzalnosc,termiczna,1>.

Ruch harmoniczny

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
117-119	Własności sprężyste ciał stałych. Energia potencjalna sprężystości. Prawo Hooke’a.	Wyjaśnia właściwości sprężyste ciał stałych. <i>Oblicza energię potencjalną sprężystości.</i> Interpretuje prawo Hooke’a, przedstawia je za pomocą wykresu oraz wyjaśnia granice jego stosowalności.	Rozwiązuje zadania z zastosowaniem prawa Hooke’a, sił sprężystości i energii potencjalnej sprężystości. Oblicza współczynniki sprężystości układu sprężyn połączonych szeregowo i równolegle.	Rozwiązuje problemy z zastosowaniem prawa Hooke’a, sił sprężystości i energii potencjalnej sprężystości.	Badanie wydłużenia sprężyny. Sprawdzenie prawa Hooke’a.	
120-123	Ruch drgający. Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody. Matematyczny opis oscylatora harmonicznego.	<i>Analizuje ruch pod wpływem sił sprężystości, podaje przykłady takiego ruchu.</i> <i>Oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie.</i> <i>Interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym.</i> Wymienia przykłady ruchu drgającego w przyrodzie. Posługuje się pojęciami służącymi do opisu ruchu drgającego.	Oblicza współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na 2 ruchy składowe. Interpretuje wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym. Rozwiązuje zadania dotyczące ruchu harmonicznego.	Wyprowadza wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym. Rozwiązuje problemy dotyczące ruchu harmonicznego.	Badanie ruchu harmonicznego.	
124-125	Praca i energia w ruchu harmonicznym.	<i>Stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym.</i> <i>Opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w ruchu drgającym.</i>	Oblicza pracę i energię w ruchu harmonicznym Przedstawia zmiany kinetycznej, potencjalnej i całkowitej na wykresach.	Rozwiązuje problemy, wykorzystując zasadę zachowania energii mechanicznej.		Przemiany energii i jej przekazywanie ⁶⁸ .

⁶⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/przemiany,energii,i,jej,przekazywanie>.

126-128	Wahadło matematyczne. Okres drgań w ruchu harmonicznym. Drgania swobodne, wymuszone i tłumione. Rezonans mechaniczny	Opisuje ruch wahadła matematycznego. Interpretuje wzór na okres drgań wahadła matematycznego. <i>Oblicza okres drgań wahadła matematycznego.</i> <i>Opisuje drgania wymuszone.</i> Opisuje drgania tłumione. <i>Opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach.</i>	Wyjaśnia, na czym polega zjawisko rezonansu.	Rozwiązuje problemy dotyczące ruchu wahadła matematycznego i fizycznego.	Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego. Badanie ruchu drgającego harmonicznego. Badanie zjawiska rezonansu mechanicznego.	
129-130	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Fale mechaniczne

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
131-132	Fale mechaniczne.	Wyjaśnia zjawisko rozchodzenia się fal mechanicznych. Posługuje się wielkościami charakteryzującymi fale. <i>Stosuje w obliczeniach związki między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością.</i> Podaje przykłady fali poprzecznej i podłużnej. Oblicza natężenie fali.	Interpretuje funkcję falową dla fali płaskiej. Rozwiązuje zadania dotyczące fal.	Rozwiązuje problemy związane z matematycznym opisem fal.	Badanie fal na sznurze i sprężynie.	

133-135	Zjawiska falowe.	Opisuje odbicie fali. <i>Opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.</i> <i>Wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa.</i> <i>Opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego.</i> <i>Opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi.</i> <i>Wyjaśnia zjawisko polaryzacji fal.</i>	Opisuje matematycznie interferencję 2 fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach. Stosuje wiedzę do rozwiązywania zadań.	Wyprowadza warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal spójnych. Stosuje wiedzę do rozwiązywania problemów.	Demonstracja zjawisk falowych dla fal na wodzie.	
136-140	Fale akustyczne.	Opisuje fale akustyczne i ich właściwości. <i>Wyjaśnia związek między czułością ucha ludzkiego a częstotliwością fal akustycznych.</i> <i>Posługuje się pojęciami: natężenie dźwięku i poziom natężenia dźwięku.</i> <i>Wyjaśnia powstawanie dudnień.</i> <i>Wyjaśnia zjawisko rezonansu akustycznego.</i> <i>Interpretuje wpływ hałasu na organizm człowieka.</i> <i>Przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego na temat hałasu.</i>	Rozwiązuje zadania dotyczące akustyki.	Rozwiązuje problemy dotyczące akustyki.	Wyznaczanie prędkości dźwięku za pomocą rezonansu akustycznego. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny. Wyznaczanie długości fali na podstawie obrazu interferencyjnego. Badanie zjawiska rezonansu akustycznego.	
141-142	Zjawisko Dopplera.	<i>Opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.</i> <i>Podaje przykłady wykorzystania.</i>	Rozwiązuje zadania dotyczące zjawiska Dopplera.	Rozwiązuje problemy dotyczące efektu Dopplera.		
143-145	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Pole elektryczne

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
146-147	Budowa materii i elektryczne własności ciał.	Posługuje się pojęciem ładunek elementarny. Wyjaśnia budowę atomu, budowę jonów. Interpretuje sposoby elektryzowania ciał w oparciu o budowę atomu i zasadę zachowania ładunków.	Rozwiązuje zadania dotyczące elektryzowania ciał.	Rozwiązuje problemy dotyczące elektryzowania ciał.	Badanie elektryzowania ciał	
148-149	Oddziaływanie ciał naelektryzowanych.	<i>Wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami.</i>	Wyjaśnia pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka.	Rozwiązuje problemy dotyczące prawa Coulomba.	Badanie oddziaływania ciał naelektryzowanych.	
150-151	Pole elektrostatyczne.	Posługuje się pojęciem pole elektrostatyczne, określa jego rodzaje. <i>Posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego.</i> <i>Oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od 1 ładunku punktowego.</i> <i>Analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków.</i> <i>Wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego.</i> <i>Przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola.</i> Oblicza wartość siły działającej na ładunek umieszczony w polu jednorodnym.	Interpretuje, od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie i potrafi przedstawić ją na wykresie. Wykorzystuje zasadę superpozycji pól do przedstawienia pola dipola elektrycznego. Rozwiązuje zadania dotyczące pola elektrostatycznego.	Posługuje się pojęciem momentu dipolowego. Rozwiązuje problemy dotyczące pola elektrycznego.	Badanie kształtu linii pola elektrycznego.	

152-153	Praca w jednorodnym i centralnym polu elektrostatycznym. Zachowawczy charakter pola elektrostatycznego. Energia potencjalna ładunku w polu elektrostatycznym.	Objaśnia, na czym polega zachowawczy charakter pola elektrostatycznego. Interpretuje, od czego zależy energia potencjalna ładunku umieszczonego w polu elektrostatycznym.	Oblicza pracę siły pola przy przesuwaniu ładunku w polu jednorodnym i centralnym. Oblicza energię potencjalną cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym. Przedstawia na wykresie zależność $E(r)$ dla układu ładunków punktowych.	Wykazuje zachowawczy charakter pola elektrostatycznego. Rozwiązuje problemy związane z obliczaniem pracy i energii w polu elektrostatycznym.		
154-155	Potencjał pola elektrostatycznego.	Posługuje się pojęciami: potencjał elektrostatyczny, napięcie, powierzchnia ekwipotencjalna. Objaśnia wzór wiążący wartość natężenia pola jednorodnego z napięciem między 2 punktami tego pola.	Interpretuje, od czego i jak zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego i sporządza wykres zależności $V(r)$. Wykorzystuje ogólny wzór na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego do rozwiązywania zadań.	Wyprowadza wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym oraz wzór wiążący wartość natężenia pola jednorodnego z napięciem między 2 punktami tego pola. Rozwiązuje problemy z użyciem poznanych zależności.		

156-157	Przewodnik i dielektryk w polu elektrostatycznym.	Opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku. Opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w dielektryku. Wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.	Przeprowadza rozumowanie uzasadniające, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym $E=0$. Objaśnia wpływ naładowanego przewodnika na inne przewodniki znajdujące się w pobliżu. Wyjaśnia zjawisko polaryzacji dielektryka.	Uzasadnia rozkład ładunku na powierzchni przewodnika. Objaśnia zjawiska występujące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.	Wyznaczanie stałej dielektrycznej.	
158-159	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

160-162	Pojemność elektryczna. Kondensator płaski.	Posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej. <i>Opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami. Posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora. Oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne.</i> Oblicza pojemność zastępczą włączeniu szeregowym i równoległym kondensatorów <i>Oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora.</i>	Posługuje się związkiem między E i U dla kondensatora płaskiego. Analizuje związki między ładunkami, napięciami i pojemnościami kondensatorów włączeniu szeregowym i równoległym. Analizuje, od czego zależy energia naładowanego kondensatora. Objasnia pojęcie stałej dielektrycznej. Rozwiązuje zadania dotyczące kondensatorów i ich połączenia.	Rozwiązuje problemy dotyczące kondensatorów i ich połączenia.		Kondensator ⁶⁹ .
163-165	Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym.	<i>Analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.</i>	Rozwiązuje zadania dotyczące ruchu cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.	Rozwiązuje problemy dotyczące ruchu cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.		
166-167	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwalą posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

⁶⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/kondensator,9>.

Prąd stały

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopelniające, uczeń:		
168-170	Przepływ prądu stałego.	Posługuje się modelami przewodnictwa elektrycznego. Posługuje się podstawowymi symbolami służącymi do rysowania obwodów elektrycznych. Posługuje się pojęciami: napięcie między 2 punktami obwodu elektrycznego, natężenie prądu. Interpretuje I prawo Kirchhoffa z punktu widzenia zasady zachowania ładunku. Mierzy napięcie i natężenie prądu.	Objaśnia mikroskopowy model przepływu prądu w metalach. Wyjaśnia, od czego zależy szybkość przepływu elektronów w przewodnikach. Rozwiązuje zadania dotyczące przepływu prądu.	Posługuje się pojęciem gęstość prądu. Oblicza szybkość dryfu elektronów w metalu. Rozwiązuje problemy dotyczące przepływu prądu.	Sprawdzenie I prawa Kirchhoffa.	Natężenie prądu⁷⁰. Pierwsze prawo Kirchhoffa⁷¹. Prąd elektryczny⁷².
171-173	Opór elektryczny. Prawo Ohma.	Oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne. Posługuje się prawem Ohma. Rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma. Wyjaśnia, od czego zależy opór elektryczny przewodnika. Posługuje się pojęciem opór elektryczny. Opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.	Wyjaśnia zależność oporu elektrycznego przewodników od temperatury. Wyjaśnia, co nazywamy współczynnikiem elektrycznego przewodnictwa właściwego.	Wyjaśnia, jak wpływa temperatura na opór półprzewodników, posługując się pasmowym modelem przewodnictwa. Wyprowadza prawo Ohma w postaci lokalnej. Rozwiązuje problemy związane z przepływem prądu stałego w zamkniętych obwodach.	Pomiar i wykonanie wykresu zależności $I(U)$. Badanie charakterystyk prądowo-napięciowych.	Opór przewodu zależy od jego rozmiarów ⁷³ .

⁷⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/natezenie,pradu>.

⁷¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/pierwsze,prawo,kirchhoffa>.

⁷² <http://www.scholaris.pl/zasob/prad,elektryczny,1>.

⁷³ <http://www.scholaris.pl/zasob/opor,przewodu,zalezyod,jego,rozmiarow>.

174-175	Praca i moc prądu. Ciepło Joule'a.	Wyjaśnia, że prąd elektryczny, płynąc w przewodniku, wykonuje pracę. Podaje przykłady pracy prądu elektrycznego. Posługuje się pojęciem moc prądu i wyjaśnia, od czego zależy moc odbiornika energii elektrycznej. Oblicza pracę prądu przepływającego przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze. Analizuje pracę prądu elektrycznego, przemiany energii elektrycznej w energię wewnętrzną.	Rozwiązuje zadania, wykorzystując umiejętność obliczania pracy prądu przepływającego przez różne elementy obwodu oraz moc wydzielaną na tych elementach oraz analizę przemiany energii elektrycznej w energię wewnętrzną.	Rozwiązuje problemy związane z pracą i mocą prądu elektrycznego. Analizuje bezpieczeństwo energetyczne Polski.	Wyznaczanie sprawności czajnika elektrycznego i kuchenki elektrycznej.	
176-178	Szeregowe i równoległe łączenie odbiorników energii elektrycznej. II prawo Kirchhoffa	Rysuje schematy obwodów, w których odbiorniki są połączone szeregowo, równoległe lub występuje łączenie mieszane. Oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo lub równoległe. Posługuje się związkami między napięciami, natężeniami i oporami włączeniu szeregowym i równoległym odbiorników. Stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.	Interpretuje II prawo Kirchhoffa z punktu widzenia zasady zachowania ładunku. Wyjaśnia, jak zmienić zakres mierników. Rozwiązuje zadania z zastosowaniem praw Kirchhoffa.	Rozwiązuje problemy z zastosowaniem praw Kirchhoffa.	Pomiary oporności układów oporników. Wyznaczanie nieznanego oporu metodą mostka Wheatstone'a. Sprawdzanie I i II prawa Kirchhoffa.	Budowa obwodu ⁷⁴ . Obwody prądu stałego ⁷⁵ .

⁷⁴ <http://www.scholaris.pl/zasob/budowa,obwodu>.

⁷⁵ <http://www.scholaris.pl/zasob/obwody,pradu,stalego,1>.

179-180	Siła elektromotoryczna źródła prądu, prawo Ohma dla obwodu zamkniętego. Opór wewnętrzny. Łączenie sił elektromotorycznych.	Wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego. Zapisuje i objaśnia prawo Ohma dla całego obwodu.	Wyjaśnia, co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej. Objaśnia związki pomiędzy SEM, I, r w przypadku łączenia ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych oraz wykorzystuje je do rozwiązywania zadań. Rozwiązuje zadania z zastosowaniem prawa Ohma i II prawa Kirchhoffa.	Określa wzrosty i spadki potencjału w obwodzie zamkniętym. Rozwiązuje problemy z zastosowaniem prawa Ohma i II prawa Kirchhoffa.	Wyznaczanie oporu wewnętrznego ogniwa.	Pomiary SEM baterii ⁷⁶ .
181-182	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Magnetyzm

Nr lekcji	Temat	Wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopelniające, uczeń:		
183	Pole magnetyczne.	Szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).	Analizuje doświadczenie Oersteda.		Demonstracja linii pola wytwarzanych przez magnes trwały, przewodnik z prądem, pętle, zwojnice.	

⁷⁶ <http://www.scholaris.pl/zasob/pomiary,sem,baterii>.

184-188	Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym.	Definiuje wektor indukcji magnetycznej. <i>Analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym.</i>	Oblicza wartość siły Lorentza działającej na cząstkę naładowaną. Określa kierunek i zwrot siły Lorentza. Opisuje budowę i zasadę działania cyklotronu.	Rozwiązuje zadania problemowe związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę. Opisuje zasadę działania spektrografu masowego.	Demonstracja siły Lorentza.	
189-190	Indukcja pola magnetycznego.	<i>Oblicza wektor indukcji magnetycznej wytwarzanej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).</i>	Oblicza indukcję pola magnetycznego wytworzoną przez układy złożone.	Stosuje prawo Gaussa oraz prawo Ampere'a w wyprowadzaniu wzoru na indukcję pola magnetycznego wytwarzanego przez przewodnik liniowy, pętle, zwojnice.		
191	Właściwości magnetyczne substancji.	<i>Opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne. Opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych.</i>	Opisuje jakościowo właściwości magnetyczne substancji.	Podaje przykłady zastosowania ferromagnetyków, diamagnetyków i paramagnetyków.	Badanie właściwości magnetycznych substancji.	Diamagnetyki i paramagnetyki ⁷⁷ .
192-193	Siła elektrodynamiczna. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem. Silnik elektryczny.	<i>Analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Opisuje zasadę działania silnika elektrycznego.</i>	Oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania przewodników. Określa kierunek i zwrot działania siły elektrodynamicznej.	Oblicza moment magnetyczny ramki z prądem.	Demonstracja oddziaływania przewodników z prądem.	Mierniki elektryczne ⁷⁸ . Siła elektrodynamiczna ⁷⁹ . Wzajemne oddziaływanie dwóch przewodów z prądem ⁸⁰ .
194-195	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

⁷⁷ <http://www.scholaris.pl/zasob/diamagnetyki,i,paramagnetyki>.

⁷⁸ <http://www.scholaris.pl/zasob/mierniki,elektryczne>.

⁷⁹ <http://www.scholaris.pl/zasob/sila,elektromotoryczna,2>.

⁸⁰ <http://www.scholaris.pl/zasob/wzajemne,oddziaływanie,dwoch,przewodow,z,pradem>.

Indukcja elektromagnetyczna i pasmowy model ciał stałych

Nr lekcji	Temat	Wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopelniające, uczeń:		
196-197	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	Oblicza strumień indukcji pola magnetycznego przez powierzchnię. Oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym. Stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku prądu indukcyjnego.	Sporządza wykres strumienia indukcji magnetycznej. Sporządza wykres siły elektromotorycznej indukcji elektromagnetycznej.	Wyprowadza na drodze rozumowania pierwsze prawo Faradaya. Rozwiązuje zadania problemowe. Wyjaśnia zasadę działania kuchenki indukcyjnej.	Demonstracje wzbudzania prądów indukcyjnych.	Natężenie prądu wytwarzanego w zwojnicy ⁸¹ .
198	Zjawisko samoindukcji.	Opisuje zjawisko samoindukcji.	Oblicza siłę elektromotoryczną samoindukcji oraz indukcyjność cewki.	Rozwiązuje zadania problemowe.		
199-200	Prąd przemienny.	Opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne). Opisuje budowę i zasadę działania prądnicy.	Opisuje siłę elektromotoryczną w obwodzie prądnicy. Oblicza wartości skuteczne napięcia i natężenia prądu przemiennego. Oblicza moc i pracę prądu przemiennego.	Wyprowadza na drodze rozumowania wzór na natężenie skuteczne, napięcie skuteczne i moc prądu przemiennego.	Budowa modelu prądnicy.	Maszyny wirnikowe, elektrownia wodna ⁸² . Maszyny wirnikowe, turbina wiatrowa ⁸³ .
201-202	Transformator.	Opisuje budowę i zasadę działania transformatora.	Oblicza przekładnię transformatora oraz sprawność transformatora.	Podaje przykłady zastosowania transformatora.	Doświadczenia z transformatorem.	

⁸¹ <http://www.scholaris.pl/zasob/natezenie,pradu,wytwarzanego,w,zwojnicy>.

⁸² <http://www.scholaris.pl/zasob/maszyny,wirnikowe,elektrownia,wodna>.

⁸³ <http://www.scholaris.pl/zasob/maszyny,wirnikowe,turbina,wiatrowa>.

203	Podstawy elektroniki półprzewodnikowej.	<i>Opisuje działanie diody jako prostownika.</i>	Wyjaśnia zjawisko zachodzące w złączu p-n.	Wyszukuje informacje na temat zastosowania elementów półprzewodnikowych.		
204-205	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Fale elektromagnetyczne i optyka

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
206-207	Fale elektromagnetyczne.	Opisuje podstawowe właściwości fal elektromagnetycznych. <i>Opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródło fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowania.</i> <i>Opisuje jedną z metod wyznaczania prędkości światła.</i>	Wyszukuje informacje o praktycznym wykorzystaniu fal elektromagnetycznych o różnych zakresach częstotliwości.	Interpretuje metody wyznaczania prędkości światła. Planuje pomiary.		
208-210	Zjawisko odbicia i załamania światła.	Wyjaśnia zjawiska odbicia i załamania światła. <i>Stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy 2 ośrodków.</i>	Wykorzystuje prawo odbicia i prawo załamania do rozwiązywania zadań.	Wykorzystuje prawo odbicia i prawo załamania do rozwiązywania problemów.	Sprawdzenie prawa odbicia. Wyznaczanie współczynnika załamania ośrodka.	
211-212	Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.	<i>Opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny.</i> Podaje przykłady zastosowania całkowitego wewnętrznego odbicia.	Wykorzystuje warunek dla kąta granicznego do rozwiązywania zadań.	Wykorzystuje warunek dla kąta granicznego do rozwiązywania problemów.	Wyznaczanie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego.	

213-214	Zastosowanie praw załamania (pryzmat, rozszczepienie światła, płytka równoległościenna).	Obserwuje i wyjaśnia w oparciu o prawo załamania przejście światła przez płytkę równoległościenną i przez pryzmat.	Rozwiązuje zadania dotyczące przejścia światła przez płytkę równoległościenną i pryzmat.	Podaje przykłady zastosowania właściwości pryzmatu. Rozwiązuje zadania dotyczące przejścia światła przez płytkę równoległościenną i pryzmat.	Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą płytki równoległościennej.	
215-216	Zwierciadła.	Stosuje równanie zwierciadła, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów. Rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymanych za pomocą zwierciadła wklęsłego i wypukłego.	Wyszukuje informację na temat zastosowania zwierciadeł.	Rozwiązuje zadania problemowe.	Badanie obrazów powstających w zwierciadłach i wyznaczanie powiększenia zwierciadła.	
217-220	Soczewki i ich zastosowania.	<i>Stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.</i> <i>Rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających.</i> Wyjaśnia metody korygowania wad wzroku.	Wykorzystuje równanie soczewki do rozwiązywania zadań. Wyjaśnia wykorzystanie soczewek w przyrządach optycznych.	Wykorzystuje równanie soczewki do rozwiązywania problemów.	Wyznaczanie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie. Badanie obrazów w soczewkach i wyznaczanie powiększenia soczewki.	
221-222	Dyfrakcja i interferencja światła.	<i>Opisuje doświadczenie Younga.</i> <i>Wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.</i> Posługuje się pojęciem stała siatki dyfrakcyjnej.	Oblicza kąt ugięcia wiązki. Wykorzystuje warunek dla siatki dyfrakcyjnej do rozwiązywania zadań.	Wyprowadza warunek na utworzenie prążków interferencyjnych na ekranie.	Wyznaczanie długości światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej. Wyznaczanie gęstości ścieżek na płycie CD.	

223-224	Zjawisko polaryzacji.	<i>Opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator.</i>	Podaje praktyczne zastosowanie zjawiska polaryzacji.	Wyprowadza na drodze rozumowania zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania.		
225-226	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego

Nr lekcji	Temat	Cele szczegółowe – wymagania			Doświadczenia	Programy edukacyjne i symulacje zjawisk fizycznych
		Podstawowe, uczeń:	Rozszerzające, uczeń:	Dopełniające, uczeń:		
227-228	Zjawisko fotoelektryczne.	Opisuje zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. <i>Stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki.</i> Rozumie pojęcie dualizmu korpuskularno-falowego.	Wyjaśnia, zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła. Analizuje wykres energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości promieniowania. Oblicza maksymalną energię kinetyczną fotoelektronów. Oblicza pracę wyjścia fotoelektronu.	Wyjaśnia zasadę działania komórki. Stosuje wiedzę w sytuacjach problemowych.		
229-230	Model Bohra budowy atomu wodoru.	<i>Opisuje założenia kwantowego modelu światła.</i> Posługuje się pojęciami: stan podstawowy, stan wzbudzony atomu, widma absorpcyjne i emisyjne. Oblicza energię elektronu w atomie w stanie podstawowym oraz wzbudzonym. Oblicza energię wzbudzenia.	Oblicza promień orbity elektronu w stanie podstawowym i wzbudzonym. Wyjaśnia „jak powstają serie widmowe.	Wyprowadza wzór na energię całkowitą elektronu w atomie. Stosuje wiedzę w sytuacjach problemowych.		

231-232	Analiza widmowa.	Wyjaśnia, na czym polega analiza spektralna. <i>Stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.</i>	Rozpoznaje oraz interpretuje widma atomów. Obserwuje linie Fraunhofera w widmie Słońca i wyjaśnia ich powstawanie.	Wyjaśnia, dlaczego nie można wytłumaczyć widma emisyjnego i absorpcyjnego na gruncie fizyki klasycznej.	Obserwuje widma emisyjne niektórych pierwiastków.	
233	Laser.		Zna różnice pomiędzy światłem zwykłym a światłem laserowym. Zna przykłady zastosowania lasera w przemyśle oraz medycynie.	Opisuje zasadę działania lasera.		
234-235	Lampa Rentgena.	<i>Opisuje mechanizm powstania promieniowania rentgenowskiego.</i>	Oblicza długość fali rentgenowskiej w zależności od energii elektronów. Oblicza wartość napięcia przyspieszającego elektronów hamowania.	Rozwiązuje zadania problemowe.		
237-238	Fale de Broglie'a.	Zna hipotezę de Broglie'a. <i>Określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek.</i>	Uzasadnia, dlaczego dla ciał makroskopowych nie obserwujemy zjawisk falowych. Uzasadnia, dlaczego dla cząstek elementarnych obserwujemy zjawiska falowe.	Zna zasadę działania mikroskopu elektronowego.		
239-240	Powtórzenie, utrwalenie i sprawdzenie wiadomości.	Powtarza i utrwała posiadane umiejętności.	Systematyzuje posiadane umiejętności.	Stosuje posiadane umiejętności do rozwiązywania problemów.		

Szczegółowe cele wychowania:

- kształtowanie postawy odpowiedzialności za własny rozwój,
- kształtowanie umiejętności logicznego i precyzyjnego formułowania własnych myśli,
- kształtowanie umiejętności planowania, starannego i samodzielnego wykonywania zadań,
- kształtowanie umiejętności organizacji pracy,
- kształtowanie umiejętności poszanowania własności intelektualnej,
- kształtowanie postaw sprzyjających dalszemu rozwojowi indywidualnemu i społecznemu, takich jak: uczciwość, wiarygodność, odpowiedzialność, wytrwałość, poczucie własnej wartości, szacunek dla innych ludzi, ciekawość poznawcza, kreatywność, przedsiębiorczość, kultura osobista, gotowość do uczestnictwa w kulturze, podejmowania inicjatyw oraz do pracy zespołowej,
- kształtowanie postawy obywatelskiej, postawy poszanowania tradycji i kultury własnego narodu, a także postawy poszanowania dla innych kultur i tradycji,
- podejmowanie odpowiednich kroków w celu zapobiegania wszelkiej dyskryminacji,
- kształtowanie wrażliwości na problemy środowiska naturalnego i uświadomienie konieczności chronienia go oraz odpowiedzialności za nie,
- kształtowanie postawy poszanowania ogólnie przyjętych norm moralnych.

Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania, z uwzględnieniem możliwości indywidualizacji pracy w zależności od potrzeb i możliwości uczniów oraz warunków, w jakich program będzie realizowany

Celem programu jest ułatwienie nauczycielowi i uczniowi dostosowania się do nowych wymagań oraz przygotowania do egzaminu maturalnego. Nowa postawa programowa w sposób precyzyjny określa cele edukacyjne. Nauczyciel powinien dołożyć wszelkich starań, aby uczeń mógł wykorzystać wszystkie formy aktywności, stwarzając mu okazję do zdobycia umiejętności określonych w podstawie programowej. Powinien stworzyć sytuację, w której uczeń będzie chciał, mógł i musiał sprostać wszystkim wymaganiom edukacyjnym. Nasze doświadczenie pokazuje, że najlepszą formą zdobywania wiedzy i kształtowania umiejętności jest wykonywanie doświadczeń, dlatego postulujemy, aby w trakcie nauki uczeń obserwował, opisywał, planował i wykonywał jak najwięcej doświadczeń. Nie zasłaniajmy się słabo wyposażonymi pracowniami fizycznymi. Bardzo wiele można pokazać lub sprawdzić doświadczalnie za pomocą przedmiotów dostępnych w każdym gospodarstwie domowym. Skorzystajmy z pomysłowości naszych uczniów. Pozwalając im rozwijać własną innowacyjność, możemy wzbogacić bazę doświadczalną pracowni. Przypominamy, że nie mniej niż połowa doświadczeń wymienionych w podstawie programowej dla przedmiotu fizyka w zakresie rozszerzonym powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach; pozostałe jako pokaz dla wszystkich uczniów, w miarę możliwości wykonany przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

Reforma edukacyjna, a przede wszystkim zmiana mentalności uczniów wymuszają zmianę metod pracy nauczyciela z podających, gdzie nauczyciel eksponuje sam siebie, na aktywizujące – skierowane na aktywność uczniów. Zgodnie z teorią konstruktywizmu, wiedza jest konstrukcją umysłu. Uczenie się jest procesem aktywnym, w którym uczeń jest samodzielnym i aktywnym podmiotem, sam konstruuje swój system wiedzy. Uczenie się jest skuteczne, gdy uczeń dysponuje osobistym doświadczeniem, natomiast proces konstruowania wiedzy wymaga interakcji i zaangażowania. Uczeń musi być współodpowiedzialny za własny proces kształcenia. Nauczyciel natomiast stawia zadania poznawcze, doradza, motywuje i kieruje aktywnością uczniów. Umiejętnie wykorzystuje składowe procesu uczenia się: eksperyment, doświadczenie, działanie, poszukiwanie – pozwalające tworzyć struktury poznawcze. Nie zapomina, że decydującą rolę w procesie kształcenia odgrywają motywacja i emocje. Każda metoda pracy nauczyciela może być realizowana jako aktywizująca i

pobudzać aktywność poznawczą i twórczą (np. pokazy, symulacje, programy edukacyjne). Wszystko zależy od jego zachowania, które może określić reakcje ucznia wyzwolić lub zablokować.

W tej nowej sytuacji nauczyciel jest jedynie organizatorem całego procesu dydaktycznego, a stroną aktywną jest uczeń. Nauczyciel odpowiada za organizowanie sytuacji dydaktycznej. Aby osiągnąć zamierzony cel, musi skonstruować zadania, stworzyć warunki do ich wykonania, wspierać i inspirować uczniów.

Metody aktywizujące w procesie nauczania – uczenia się mają za zadanie stawianie ucznia w takiej sytuacji, aby odczuwał potrzebę podejmowania działań, jakich od niego oczekujemy. Zadaniem nauczyciela jest uświadomienie uczniom celu ich działań oraz umotywowanie potrzeby jego osiągnięcia. Źródłem aktywności ucznia są jego potrzeby. Przez aktywność własną uczeń zaspokaja potrzeby i realizuje cele. Uczniowie powinni nabywać wiedzy i umiejętności w sposób trwały, skuteczny i przyjemny. Należy zatem wprowadzać atrakcyjne środki dydaktyczne, stwarzać uczniom możliwość rozmowy i dyskusji, umożliwiać uczenie się poprzez działanie. Podczas zajęć uczeń powinien wykorzystywać jak najwięcej zmysłów. Można to osiągnąć, stosując różne środki; eksperyment przede wszystkim, ale również pokaz, film, symulację zjawiska lub eksperyment myślowy. W czasie wykonywania czynności uczniowie angażują umysł, wolę, emocje, zmysły, badają, doświadczają i działają. Taki model pracy umożliwia kształtowanie, oprócz umiejętności przedmiotowych, również – kompetencji kluczowych, które są bardzo istotne w dalszym życiu i funkcjonowaniu we współczesnym świecie (planowanie, organizowanie i ocenianie własnego uczenia się, twórcze rozwiązywanie problemów, skuteczne komunikowanie się, współpraca w grupie, wykorzystanie informacji z różnych źródeł, efektywne posługiwanie się technologią informacyjną).

Stosując programy multimedialne, pamiętajmy o ich zaletach, takich jak wzmocnienie i uzupełnienie działań uczniów, uatrakcyjnienie procesu nauczania, utrwalanie zdobytej wiedzy czy zilustrowanie zjawisk trudnych do wyobrażenia, a niemożliwych do przeprowadzenia. Nie zapominajmy jednak o ich wadach, jakimi są: niebezpieczeństwo zaniechania realnych doświadczeń; ukazywanie rzeczywistości wyidealizowanej (w „krzywym zwierciadle”); trudności w odróżnieniu rzeczywistości od iluzji (utożsamianie przekazu medialnego z rzeczywistością); tendencje do ściągania gotowych rozwiązań; nadmiar informacji może powodować niedostrzeganie istotnych treści.

W trakcie nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym należy kłaść nacisk na pogłębioną analizę zjawisk fizycznych, staranne wykonywanie doświadczeń i pomiarów, obliczanie i

szacowanie wartości liczbowych, analizowanie realności otrzymanych wyników oraz utrwalanie materiału. Sugerujemy, aby nie dzielić lekcji na poświęcone wprowadzaniu materiału teoretycznego, te poświęcone rozwiązywaniu zadań; wykonywaniu doświadczeń; powtórzeniu i utrwaleniu wiadomości. Połączmy możliwie jak najwięcej elementów w trakcie 1 lekcji. Nasze doświadczenie pokazuje, że nauczanie jest bardziej efektywne, gdy doświadczenie realne jest wspomagane animacją lub symulacją. Stosowanie różnorodnych metod i środków dydaktycznych w jednostce lekcyjnej daje większą efektywność dydaktyczną. Zastosowanie multimedialnych form nauczania pobudza wiele rodzajów zmysłów, odwołuje się do wielokanałowego przekazu treści, co powoduje lepszą asymilację wiedzy. Multimedialne formy nauczania wpływają pozytywnie na emocje uczącego się, pobudzają jego motywację, co wpływa zwrotnie na funkcjonowanie procesów poznawczych. Podczas rozwiązywania zadań rachunkowych powinniśmy skupić uwagę na fizycznej analizie problemu, a dopiero potem na wykorzystaniu odpowiednich praw i zależności. Rozwiązanie problemu fizycznego wymaga od ucznia wykorzystania posiadanych wiadomości i zdobycia nowych, a przede wszystkim – nowych pomysłów. Nie narzucajmy uczniom gotowych rozwiązań, a umiejętnie sterujemy procesem stawiania problemu, jego rozwiązania, a zwłaszcza formułowania wniosków płynących z rozumowania.

Rozwiązywanie zadań i problemów jest świetną okazją do indywidualizowania procesu nauczania. Mijemy zawsze w zanadru kilka zadań dla uczniów szczególnie uzdolnionych. Jednocześnie nie zapominajmy o tych słabszych. Często samodzielne rozwiązanie prostego przykładu motywuje do sięgania po zadania bardziej ambitne. Ważne, aby podczas rozwiązywania problemów każdy uczeń mógł liczyć na wsparcie ze strony nauczyciela. Współczesny nauczyciel musi być partnerem w dyskusji, a nie poganiaczem.

Nie rezygnujemy z wprowadzania zagadnień z fizyki współczesnej oraz przedstawiania najnowszych odkryć w fizyce, mimo że nie uwzględniono ich w podstawie programowej. Młodzież interesuje się tymi zagadnieniami, zachęcamy więc ją do sięgania po artykuły popularnonaukowe. Zrealizujemy w ten sposób zalecenia dotyczące nabycia przez uczniów umiejętności rozumienia i streszczania tez artykułów popularnonaukowych. Zachęcamy do czytania literatury popularnonaukowej, artykułów popularnonaukowych, nie tylko w języku polskim. Najnowsze osiągnięcia w fizyce i najciekawsze artykuły są na ogół publikowane w języku angielskim. Uczniowie powinni, oczywiście inspirowani przez nauczyciela, wykorzystywać różne źródła wiedzy. Możemy im to ułatwić, dbając o właściwe wyposażenie biblioteki i zapewnienie dostępu do Internetu.

Zachęcamy nauczycieli do zwiększenia poziomu stosowanej matematyki pod kątem zdolności i zainteresowań uczniów. Należy jednak pamiętać, żeby nie korzystać z pojęć nieznanymi jeszcze uczniom z zajęć matematyki. Konieczna jest korelacja z nauczycielem matematyki. Dostosujemy szkolne programy nauczania w ten sposób, aby nauczyciel matematyki zdążył wprowadzić potrzebne nam wiadomości w odpowiednim czasie.

Bardzo dużym problemem dla uczniów zainteresowanych fizyką jest poprawne posługiwanie się językiem polskim. Często znajdują ciekawe rozwiązania problemów fizycznych, wpadają na interesujące pomysły doświadczeń, lecz nie potrafią wyrazić własnych myśli słowami. Zwracajmy na każdej lekcji uwagę na poprawne formułowanie zdań i poprawne posługiwanie się pojęciami fizycznymi. Każdy zapis matematyczny poprawnie interpretujmy i wymagajmy tego od naszych uczniów. Nauczmy ich mówić. Brzmi to paradoksalnie, lecz dla bardzo wielu uczniów potężnym problemem jest „ubranie własnych myśli w słowa”. Stwarza to konieczność ciągłego wzbogacania słownictwa fizycznego uczniów i kontroli poprawnego posługiwania się nim. Unikajmy skrótów myślowych.

Pamiętajmy, że na naszym etapie edukacyjnym obowiązują wymagania programowe z etapów niższych. W związku z powyższym podczas wprowadzania nowych treści nauczania należy powtórzyć i utrwalić treści z wcześniejszych etapów nauczania.

Opis założonych osiągnięć ucznia

Zrealizowanie programu nauczania fizyki powinno skutkować następującymi kompetencjami ucznia:

- zna i umie wykorzystać pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie,
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treści,
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków,
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk,
- planuje i wykonuje proste doświadczenia i analizuje ich wyniki,
- wykorzystuje posiadane wiadomości podczas wykonywania zadań i rozwiązywania problemów,
- sprawnie i odpowiedzialnie funkcjonuje we współczesnym świecie,
- rozumie, wykorzystuje i refleksyjnie przetwarza przeczytane teksty,
- wykorzystuje narzędzia matematyki w życiu codziennym oraz formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym,
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa,
- komunikuje się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie,
- sprawnie posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje z różnych źródeł,
- umie rozpoznawać własne potrzeby edukacyjne oraz umie uczyć się,
- umie pracować zespołowo,
- właściwie odbiera i wykorzystuje media,
- dba o zdrowie własne i innych ludzi oraz umie tworzyć środowisko sprzyjające zdrowiu,
- dąży do dalszego rozwoju indywidualnego i społecznego.

Wyposażenie młodego człowieka w tak bogaty bagaż kompetencji umożliwi mu dalszy rozwój oraz aktywny udział w życiu społeczeństwa.

Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia

Zgodnie z priorytetami Strategii Lizbońskiej, szkoła powinna poświęcić dużo uwagi efektywności kształcenia w zakresie nauk przyrodniczych i ścisłych. Kształcenie w tym zakresie jest kluczowe dla rozwoju cywilizacyjnego Polski oraz Europy. Wymusza to zmianę systemu oceniania osiągnięć uczniów. Uczeń powinien opanować konkretne umiejętności. Bardzo pomocne w tym celu może okazać się ocenianie kształtujące. W odróżnieniu od oceniania sumującego, które daje nam informację, jak jest w danym momencie, ocenianie kształtujące zajmuje się całością działań nauczyciela i ucznia, rolą jednej i drugiej strony w procesie uczenia się. Pokazuje, jak stworzyć atmosferę w klasie podczas procesu uczenia się, żeby uczeń wiedział, co ma zrobić, po co to robi, dokąd doszedł, co robi dobrze, a co źle, co musi poprawić i jakie działania podejmować w najbliższym czasie. Po zakończeniu lekcji ważniejsze dla niego powinno być, czego się nauczył, a nie – jaką ocenę otrzymał.

W związku z powyższym cele lekcji muszą być zrozumiałe dla ucznia. Bez pewności, czego chcemy osiągnąć, nie warto rozpoczynać lekcji. Cele lekcji powinny być precyzyjnie sformułowane i w jasny sposób przedstawione uczniom. Nauczyciel musi się przekonać, czy uczniowie je rozumieją, i na końcu lekcji znaleźć chwilę, aby sprawdzić, czy wszyscy uczniowie wiedzą, w jakim stopniu te cele osiągnęli. W trakcie lekcji konieczne jest monitorowanie, czy uczniowie cele osiągają. Warto wiedzieć, po czym poznamy, czy dotarliśmy tam, gdzie zamierzaliśmy. Ważne, aby uczniowie wiedzieli, o co chodzi nauczycielowi, zanim otrzymają ocenę niedostateczną. Uczeń z góry powinien wiedzieć, co ma zrobić, jak to ma wyglądać, jakie kryteria muszą być spełnione; aby mógł sam ocenić, że opanował umiejętności i wiadomości w stopniu założonym przez nauczyciela i ucznia. Należy włączyć uczniów do dialogu o tym, co trzeba umieć, na co będą zwracać uwagę. Uczniowie muszą zrozumieć, czego się od nich oczekuje.

Rozpoczynając nowy dział, nauczyciel powinien precyzyjnie określić, czego będzie wymagał. Może do tego posłużyć szkolna platforma edukacyjna. Wówczas nawet nieobecny uczeń jest w stanie przygotować się do zajęć. Na lekcji powtórzeniowej, zgodnie z ustaleniami, nauczyciel powtarza i utrwala wiadomości. Taka forma ułatwia uczniowi przygotowanie się do sprawdzianu i zwiększa efektywność nauczania.

Podczas wykonywania ćwiczeń uczniowskich, rozwiązywania zadań należy wspólnie z uczniami ustalić kryteria oceniania. Współdziałanie pełni funkcję czynnika motywującego.

Istotną funkcję w ocenianiu kształtującym pełnią pytania kluczowe. Ważne jest nie tylko, o co pytamy, ale – jak pytamy. Pytania należy przygotować dużo wcześniej niż w momencie,

kiedy chce się je zadać. Zamierzone osiągnięcia uczniów są sformułowane w postaci operacyjnej, ułatwi to zamianę ich na pytania, które można zadać uczniom. Pytanie kluczowe powinno skłonić ucznia do myślenia na wyższym poziomie, do analizowania, do dokonywania syntezy, do wykonywania ocen samodzielnie. Takie pytanie musi uruchomić wyobraźnię. Nie jest to pytanie o prostą informację, którą można znaleźć w podręczniku czy encyklopedii. Dobrze ułożone pytania kluczowe budują atmosferę pracy na lekcji. Dzięki nim uczniowie mają uczucie, że odkrywają, że poszukują, że rozumieją. Takie pytania powodują, że uzyskanie odpowiedzi na nie jest gwarancją zrozumienia lekcji, zrozumienia sensu poruszanego tematu. Ważne jest, jak sformułujemy pytanie, bowiem od tego zależy, czy każdy uczeń podejmie wysiłek zastanowienia się nad odpowiedzią. Należy stworzyć sytuację, aby uczniowie mieli czas na przemyślenie, a nawet – na naradzenie się ze sobą. Jest to okazja do uczenia się obustronnie. Tych, którzy pytania formułują, i tych, którzy na nie odpowiadają. Nie zawsze nauczyciel musi poprawiać odpowiedzi ucznia, może to być kolega z ławki. Wystarczy, że nauczyciel da czas na odpowiedź.

Uczeń, który zna kryteria i cele oceniania, może sam odpowiedzieć na pytanie, gdzie doszedł, co zrobił dobrze, a co źle. Trochę trudniej odpowiedzieć mu na pytanie, co ma zrobić, aby było lepiej. Tutaj potrzebuje informacji zwrotnej od nauczyciela.

Informacje zwrotne mogą być różnego typu: tę, którą sam sobie daje; tę, którą uzyskuje od kolegów, ale przede wszystkim – tę uzyskaną od nauczyciela. Informacja zwrotna nauczyciela składa się z wielu elementów. Na początku trzeba znaleźć dobrą stronę pracy ucznia. Trzeba stworzyć uczniowi szansę na uzyskanie satysfakcji z pracy, którą przecież wykonał. Dalej odpowiadamy uczniowi, co mu się nie udało, co zrobił gorzej, gdzie popełnił błąd, a następnie podpowiadamy, jak ten błąd poprawić, co zrobić, aby uzupełnić brakującą wiedzę, gdzie uczeń może ją znaleźć, kogo zapytać, z kim popracować; aby następnym razem praca była lepsza, a tę można było poprawić. Dobra informacja zwrotna musi zawierać przesłanie na przyszłość; informację, która będzie prowadzić do dalszej drogi rozwoju, np. gdzie musisz jeszcze zajrzeć, co przeczytać, na co zwrócić uwagę, jakie przykłady przeanalizować, aby posuwać się naprzód. Po zakończeniu zajęć uczeń powinien wiedzieć, czego się nauczył, a nie – jaką ocenę otrzymał. Nauczyciel powinien wytworzyć taką sytuację, aby uczeń uczył się nie dla ocen, a dla samej wiedzy. Informacje uzyskane dzięki ocenianiu kształtującemu pozwalają modyfikować nauczanie i przekazywać uczniowi informację zwrotną pomagającą się uczyć.

W trakcie nauki podczas całego działu proponujemy stosowanie oceniania kształtującego, jednak sprawdziany oceniamy sumująco.

Sprawdziany pisemne powinny być przygotowane w formie zbliżonej do stosowanej podczas egzaminu maturalnego.

Konstruując program, rozdzieliliśmy treści nauczania na wymagania podstawowe, rozszerzające i dopełniające – ułatwi to nauczycielowi określenie kryteriów oceniania.

Propozycje kryteriów oceny

Wymagania konieczne na ocenę **dopuszczającą** obejmują:

- treści najłatwiejsze, najczęściej spotykane, niezbędne do uczenia się podstawowych umiejętności i możliwie praktyczne,
- należy uwzględnić:
 - znajomość niektórych (przydatnych przedmiotowo i międzyprzedmiotowo) wielkości fizycznych, pojęć, zależności i praw fizycznych,
 - wskazywanie i rozróżnianie podstawowych zjawisk i procesów fizycznych,
 - rozróżnianie wielkości fizycznych i nazywanie jednostek tych wielkości,
 - planowanie prostych doświadczeń.

Wymagania podstawowe na ocenę **dostateczną** obejmują:

- treści najbardziej przystępne, najprostsze, najbardziej uniwersalne, najbardziej niezbędne na danym i wyższym etapie kształcenia,
- należy uwzględnić:
 - znajomość praw, zasad, wielkości fizycznych oraz podstawowych zależności,
 - wykonywanie prostych obliczeń,
 - sporządzanie i korzystanie z wykresów ilustrujących zależności między wielkościami fizycznymi,
 - rozumienie sensu fizycznego omawianych wielkości fizycznych,
 - poprawne wyrażanie swoich myśli w prostych przykładach,
 - planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń.

Wymagania rozszerzające na ocenę **dobrą** obejmują:

- treści przystępne (średnio trudne), bardziej złożone i mniej typowe, w pewnym stopniu hipotetyczne, pośrednio użyteczne w pozaszkolnej działalności ucznia,
- należy uwzględnić:
 - sprawne posługiwanie się pojęciami wielkości fizycznych i ich jednostkami,
 - interpretację przebiegu zjawiska w oparciu o poznane prawa i zasady fizyczne,
 - przeprowadzanie kilkietapowych rozumowań,

- wykonywanie bardziej skomplikowanych obliczeń, przekształcanie jednostek,
- planowanie i wykonywanie doświadczeń.

Wymagania dopełniające na ocenę **bardzo dobrą** obejmują:

- treści trudne do opanowania, złożone i nietypowe, występujące w wielu równoległych ujęciach, wymagające abstrakcyjnego myślenia, niewykazujące bezpośredniej użyteczności w pozaszkolnej działalności ucznia,
- należy uwzględnić:
 - przeprowadzanie skomplikowanych kilkietapowych rozumowań, również z wykorzystaniem wiedzy z innych działów,
 - wykonywanie obliczeń polegających na przekształcaniu wzorów i jednostek,
 - formułowanie samodzielnych wypowiedzi z użyciem języka fizyki,
 - wykonanie, planowanie lub opisanie doświadczenia ilustrującego poznane prawa i zasady.

Wymagania wykraczające na ocenę **celującą** obejmują wszystkie wymagania na ocenę bardzo dobrą i ponadto:

- umiejętności wykraczające ponad program, wiedzę i umiejętności oryginalne, twórcze, łączenie wiedzy z różnych działów fizyki, wykonywanie dodatkowych zadań,
- osiągnięcia w konkursach i olimpiadach fizycznych szkolnych i pozaszkolnych.

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował wiadomości i umiejętności, które są niezbędne dla dalszego procesu kształcenia,
- nie zna podstawowych praw, pojęć i wielkości fizycznych,
- nie potrafi wykonać prostych zadań nawet z pomocą nauczyciela,
- nie wykazuje chęci zdobywania wiedzy.

Proponujemy wprowadzić – jako czynniki motywujące – następujące zalecenia:

- ocena uzyskana z pracy klasowej, sprawdzianu lub testu może być poprawiona w ciągu 2 tygodni od daty oddania w 1 terminie ustalonym dla wszystkich chętnych do poprawy z danej klasy,
- każdy uczeń ma prawo do dodatkowych ocen za wykonane prace nadobowiązkowe, które mogą wpłynąć na podwyższenie oceny na koniec semestru,
- przy ustalaniu oceny rocznej uwzględnia się wszystkie oceny, które uczeń uzyskał w ciągu całego roku szkolnego,

- sposoby wspomagania uczniów, którzy nie osiągają zadawalających wyników w nauce:
 - uświadomienie uczniowi braków w wiedzy i umiejętnościach,
 - dodatkowa praca domowa lub dodatkowe ćwiczenia umożliwiające uzupełnienie brakujących wiadomości i umiejętności,
 - stworzenie grupy wsparcia,
 - zajęcia wyrównawcze.

W ocenianiu wewnątrzszkolnym uwzględnia się aktywność, systematyczność, a także możliwości intelektualne uczniów. Dlatego ostateczne przyporządkowanie poszczególnym wymaganiom ocen szkolnych pozostawiamy nauczycielowi, który najlepiej zna zespół uczniowski i może indywidualizować te wymagania w zależności od sytuacji. Po zrealizowaniu np. całego działu lub większej partii materiału nauczyciel powinien przeprowadzić sprawdzian, w którym ocena zależy wyłącznie od wiedzy i umiejętności zaprezentowanych przez ucznia.

Sformułowanie wymagań w postaci operacyjnej oznacza, że uczeń nie musi wyrecytować formuły podanej przez nauczyciela czy zapisanej w podręczniku. Elementy posiadanej wiedzy uczeń powinien przytoczyć w razie potrzeby i wyrazić własnymi słowami, w sposób świadczący o rozumieniu omawianego zagadnienia. Na lekcjach fizyki uczeń powinien kształtować i doskonalić umiejętność prowadzenia logicznego rozumowania, jasnego wyrażania swoich myśli, argumentowania i dyskusowania. Umiejętność poprawnego posługiwania się językiem fizyki (której kształtowanie należy traktować jako długotrwały proces) powinna znaleźć odzwierciedlenie w ocenie.

Uwagi końcowe

Przedstawiony program jest propozycją osiągnięcia celów zawartych w podstawie programowej. Nauczyciel nie może niewolniczo trzymać się jego realizacji, lecz powinien być wnikliwym obserwatorem, elastycznie reagującym na aktualne potrzeby uczniów. Nie może realizować kolejnych celów, jeśli wcześniejsze nie zostały osiągnięte. Tempo pracy, stopień trudności zadań i problemów musi dostosować do możliwości intelektualnych uczniów. Ze względu na szybkość zmian technologicznych przykłady zastosowań konkretnych zjawisk powinien dobierać adekwatnie do aktualnej sytuacji. Aktywna i twórcza postawa nauczyciela to konieczny warunek w drodze do osiągania zamierzonych celów w nauczaniu fizyki.

Wierzimy, że korzystając z naszego programu, nauczyciel nie skupi się na realizowaniu programu, a – na nauczaniu fizyki, na pokazaniu piękna przyrody i zaciekawieniu ucznia jej badaniem. Takie podejście przełoży się na efekty pracy i wyniki egzaminów. Postawa programowa zostanie zrealizowana jak gdyby przy okazji, natomiast nauczanie będzie atrakcyjne nie tylko dla uczniów, lecz także dla nauczyciela.