

Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

PROGRAM KSZTAŁCENIA

W ZAKRESIE FIZYKI NA POZIOMIE GIMNAZJUM

Do realizacji podręcznika

„Zrozumieć świat”

Kraków 2006



ZamKor

Program dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu programów szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki na poziomie gimnazjum, na podstawie recenzji rzeczoznawców: Prof. dr. hab. Andrzeja Bałandy i mgr. Marka Sadowskiego.

Numer dopuszczenia: DKOS-5002-36/05

© Copyright by ZamKor, Spółka Jawna

ul. Tetmajera 19, 31-352 Kraków

tel.: /0 prefiks 12/ 623 25 00

faks: /0 prefiks 12/ 623 25 13

e-mail: zamkor@zamkor.pl

<http://www.zamkor.pl>

Druk i oprawa:

P. W. STABIL, Kraków, tel (0 prefiks 12) 410-28-20, 21

Spis treści

Podstawa programowa kształcenia ogólnego: Fizyka i Astronomia.	5
I. Ogólne założenia programu	7
II. Cele nauczania fizyki w gimnazjum	8
III. Treści kształcenia wraz z komentarzami dla nauczyciela	7
IV. Ogólny rozkład materiału nauczania	29
V. Szczegółowe rozkłady materiału nauczania	30
VI. Cele operacyjne, czyli plan wynikowy	36
VII. Procedury osiągania celów	84
VIII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów	91
IX. Ścieżki edukacyjne.	93

Podstawa programowa kształcenia ogólnego: Fizyka i Astronomia

Cele edukacyjne

1. Budzenie zainteresowań prawidłowościami świata przyrody.
2. Prezentowanie wyników własnych obserwacji, eksperymentów i przemyśleń.
3. Poznanie podstawowych praw opisujących przebieg zjawisk fizycznych i astronomicznych w przyrodzie.
4. Wykorzystanie wiedzy fizycznej w praktyce życia codziennego.

Zadania szkoły

1. Zapoznanie uczniów z podstawowymi prawami przyrody.
2. Stworzenie możliwości przeprowadzania doświadczeń fizycznych.
3. Zapoznanie z metodami obserwowania, badania i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych.
4. Ukazanie znaczenia odkryć w naukach przyrodniczych dla rozwoju cywilizacji i rozwiązywania problemów współczesnego świata.
5. Kształcenie umiejętności krytycznego korzystania ze źródeł informacji.

Treści

1. Właściwości materii
Stany skupienia materii. Kinetyczny model budowy materii.
2. Ruch i siły.
Opis ruchów prostoliniowych. Ruch drgający (jakościowo), ruchy krzywoliniowe. Oddziaływania mechaniczne i ich skutki. Równowaga mechaniczna. Zasada zachowania pędu. Zasady dynamiki. Oddziaływania grawitacyjne. Loty kosmiczne.
3. Praca i energia
Rodzaje energii mechanicznej. Zasada zachowania energii. Moc. Pierwsza zasada termodynamiki.
4. Przesyłanie informacji
Fale dźwiękowe. Fale elektromagnetyczne. Rozchodzenie się światła – zjawiska odbicia i załamania. Barwy. Obrazy optyczne. Natura światła. Urządzenia do przekazywania informacji.

5. Elektryczność i magnetyzm

Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie. Pole elektryczne. Obwód prądu stałego. Prawa przepływu prądu stałego. ródła napięcia. Pole magnetyczne. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej (jakościowo). Wytwarzanie i przesyłanie energii elektrycznej. Mikroskopowy model zjawisk elektrycznych.

6. Budowa atomu. Energia jądrowa. Promieniowanie jądrowe

7. Układ Słoneczny. Elementy kosmologii

Osiągnięcia

1. Umiejętność obserwowania i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych.
2. Umiejętność posługiwania się metodami badawczymi typowymi dla fizyki i astronomii.
3. Umiejętność wykonywania pomiarów prostych i złożonych.
4. Opisywanie zjawisk fizycznych i rozwiązywanie problemów fizycznych i astronomicznych z zastosowaniem modeli i technik matematycznych.

I. Ogólne założenia programu

1. Program może być zrealizowany w ciągu czterech godzin w trzyletnim cyklu nauczania. Ponadto dyrekcja szkoły jest zobowiązana¹ do zapewnienia możliwości wykonywania doświadczeń w zespołach przy podziale klasy na grupy po kilkanaście osób.
2. Program można realizować z uczniami przeciętnymi, daje on jednak możliwości poszerzenia i pogłębienia wiedzy uczniom zdolnym i zainteresowanym fizyką. Uczniowie mają możliwość wpływania na treści, przebieg lekcji i jej modyfikowanie.
W kilku miejscach proponuje się przeprowadzenie trudniejszego kilkuetapowego rozumowania, kilkakrotnie uczeń ma możliwość przeprowadzenia poważnego doświadczalnego badania naukowego. Wreszcie wielokrotnie uczeń zbiera i opracowuje informacje na wybrany temat. Wszystko to pomoże mu świadomie, w oparciu o znajomość przedmiotu, dokonać wyboru profilu liceum.
3. Prezentując zamierzone osiągnięcia ucznia ograniczono tzw. wiedzę bierną, czyli wiedzę do zapamiętania. Kierowano się przy tym zasadą, że jeśli już uczeń musi coś pamiętać, to powinna to być wiedza operatywna, tzn. taka, która jest niezbędna do:
 - wyjaśniania podstawowych zjawisk otaczającej nas przyrody,
 - wyjaśniania zasady działania podstawowych urządzeń, z którymi uczeń styka się na codzień,
 - rozwiązywania problemów stymulujących ogólny rozwój intelektualny ucznia.
4. Jeśli nauczanie fizyki ma się znacząco przyczynić do wypełniania zadań przypisanych zreformowanej szkole, konieczna jest całkowita zmiana metod pracy z uczniami. Głównym zadaniem nauczyciela będzie pobudzanie aktywności uczniów, rozbudzanie i rozwijanie ich indywidualnych zainteresowań, organizowanie nauki i samokontroli.
5. Po reformie, do jednego gimnazjum, szczególnie w przypadku terenów wiejskich, trafiają dzieci z różnych szkół podstawowych, a więc różnie przygotowane na lekcjach przyrody do uczenia się fizyki. Liczba godzin przyrody w klasach 4-6 wynosi 9 godzin. Nie zawsze są one dobrze

¹ Dziennik Ustaw RP nr 14 z dnia 23.02.1999r., str. 609 (Zad. szkoły, pkt. 2)

wykorzystane w zakresie treści fizycznych. Nauczyciel gimnazjum powinien sporządzić diagnozę wiedzy i umiejętności uczniów i następnie dopasować realizowany program do potrzeb.

6. W programie uwzględniono treści fizyczne zawarte w ścieżkach edukacyjnych międzyprzedmiotowych.
7. W gimnazjum powinna się znajdować czytelnia stwarzająca uczniom warunki do zdobywania informacji z różnych źródeł. Bibliotekarze, realizując treści ścieżki edukacyjnej „Edukacja czytelnicza i medialna” powinni służyć uczniom pomocą. Obowiązkiem dyrekcji szkoły jest zadbanie, by w bibliotece znajdowały się czasopisma i książki popularno-naukowe.
8. W programie, wbrew życzeniom nauczycieli, nie wyróżniono wymagań dla uczniów, w stosunku do których wymagania są obniżone. Zdaniem ekspertów każdy z nich powinien być traktowany indywidualnie na podstawie posiadanego zaświadczenia od psychologa.

II. Cele nauczania fizyki w gimnazjum

Cel strategiczny:

Znaczący udział fizyki w ukształtowaniu kompetencji kluczowych².

Cele ogólne programu:

1. Zdobycie określonej wiedzy o przyrodzie.
2. Stymulowanie ogólnego rozwoju intelektualnego ucznia.
3. Kształtowanie charakteru i postawy.

Ogólne cele edukacyjne¹:

1. Kształtowanie postawy badawczej, prowadzącej do poznawania prawidłowości świata przyrody.
2. Kształtowanie umiejętności prezentowania własnych obserwacji, eksperymentów i przemyśleń.
3. Poznanie podstawowych praw opisujących przebieg zjawisk fizycznych i astronomicznych w przyrodzie.
4. Wykorzystanie wiedzy fizycznej w praktyce życia codziennego.

Cele integracyjno-światopoglądowe i metodologiczne.

² Kompetencje Kluczowe w Szkole, KREATOR, MEN, Warszawa 1998

Uczeń powinien wynieść ze szkoły przekonanie o tym, że:

1. Prawa fizyki są obiektywnymi prawami przyrody, które poznajemy za pomocą metod naukowych.
2. Modele odzwierciedlają istotne cechy zjawisk fizycznych, procesów, i obiektów; dla coraz lepszego poznania przyrody budujemy coraz to lepsze modele.
3. Człowiek poznaje coraz lepiej otaczającą go przyrodę.
4. Proces poznania jest procesem nieskończonym.
5. Rezultaty badań naukowych znajdują zastosowanie w praktyce – fizyka daje podstawę do tworzenia nowych i udoskonalania istniejących procesów technologicznych w różnych dziedzinach przemysłu.

Cele poznawcze, kształcące, społeczne i wychowawcze (m. in. kompetencje³):

1. Kształtowanie umiejętności obserwowania i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych.
2. Kształtowanie umiejętności posługiwania się metodami badawczymi typowymi dla fizyki i astronomii.
3. Kształtowanie umiejętności wykonywania pomiarów prostych i złożonych.
4. Kształtowanie umiejętności opisywania zjawisk fizycznych i rozwiązywania problemów fizycznych i astronomicznych z zastosowaniem technik matematycznych.
5. Kształtowanie umiejętności posługiwania się technologią informacyjną do zbierania danych doświadczalnych, ich przetwarzanie oraz modelowanie zjawisk fizycznych.
6. Budzenie szacunku do przyrody i podziwu dla jej piękna.
7. Rozwijanie zainteresowania otaczającym światem i motywacji do zdobywania wiedzy.
8. Kształtowanie aktywnej postawy wobec potrzeby rozwiązywania problemów.
9. Uczenie się współpracy w zespole, przestrzegania reguł, współodpowiedzialności za sukcesy i porażki, wzajemnej pomocy.
10. Kształtowanie takich cech jak dociekliwość, rzetelność, wytrwałość i upór w dążeniu do celu, systematyczność, dyscyplina wewnętrzna i samokontrola.

³ Reforma Systemu Edukacji (projekt) str. 41: „Zestaw opanowanej wiedzy, nabytych umiejętności oraz ukształtowanych postaw można nazwać kompetencjami.”

III. Treści kształcenia wraz z komentarzami dla nauczyciela

1. Wykonujemy pomiary

- 1.1. Mierzenie długości, powierzchni i objętości
- 1.2. Pomiar temperatury
- 1.3. Pomiar czasu
- 1.4. Pomiar szybkości
- 1.5. Pomiar masy
- 1.6. Pomiar siły ciężkości
- 1.7. Pomiar ciśnienia

W tym rozdziale omawiamy sposoby mierzenia kilku podstawowych wielkości fizycznych. Przy okazji przypominamy zjawiska, które opisuje się za pomocą tych wielkości i które uczeń poznał na lekcjach przyrody.

Realizując ten dział należy:

- Starannie rozróżniać pojęcia **mierzenia** i **wyznaczania**. Jeśli wielkość odczytujemy na skali przyrządu, to **mierzmy** ją, np. długość – linijką, temperaturę – termometrem, czas – zegarem, szybkość – szybkościomierzem, masę – wagą, siłę – siłomierzem, ciśnienie – ciśnieniomierzem. Jeśli w celu uzyskania wartości jakiejś wielkości fizycznej musimy, po pomiarach, wykonać obliczenie – **wyznaczamy** tę wielkość. Np. wyznaczamy objętość ciała o nieregularnych kształtach za pomocą menzurki ($V = V_2 - V_1$), szybkość z pomiaru drogi i czasu itp.
- W miarę możliwości dokonywać wielu pomiarów różnymi przyrządami, zwracając uwagę na najmniejszą działkę wyrażającą dokładność pomiaru, zwaną także niepewnością pomiaru oraz na zakres pomiarowy przyrządu.
- Mając na celu kształtowanie umiejętności rozróżniania wielkości wektorowych i skalarnych, konsekwentnie używać pojęcia "siła" dla wektora i pojęcia "wartość siły" w przypadku, gdy wyrażamy słowami np. zapis $F = 50 \text{ N}$. **Dotyczy to także pozostałych wielkości wektorowych, które uczeń poznaje w gimnazjum.**

- Zwrócić uwagę, że przy okazji wprowadzania pojęcia ciśnienia po raz pierwszy pokazujemy prawidłowy sposób wprowadzania i zapisu jednostki wielkości fizycznej (strona 29 pierwszej części podręcznika). W fizyce symbol wielkości fizycznej w nawiasie kwadratowym oznacza jednostkę tej wielkości: $[F] = 1 \text{ N}$, $[S] = 1 \text{ m}^2$, $[\rho] = 1 \text{ Pa}$.

2. Niektóre właściwości fizyczne substancji

- 2.1. Trzy stany skupienia substancji
- 2.2. Zmiany stanów skupienia ciał
- 2.3. Rozszerzanie się ciał wraz ze wzrostem temperatury i kurczenie przy jej obniżaniu

W tym rozdziale opisujemy podstawowe właściwości fizyczne substancji w stanie stałym, ciekłym i gazowym. Analizując zmiany stanu skupienia, nie rozważamy zachodzących podczas tych zmian przemian energii. Do tych problemów wrócimy w rozdziale "Przemiany energii w zjawiskach cieplnych".

Realizując temat dotyczący rozszerzalności termicznej ciał, należy zwrócić uwagę na diagramy obrazujące rozszerzalność różnych substancji i wykorzystać je do kształtowania ważnej i często sprawdzanej na egzaminach umiejętności odczytywania danych z diagramów.

3. Cząsteczkowa budowa ciał

- 3.1. Sprawdzamy prawdziwość hipotezy o cząsteczkowej budowie ciał
- 3.2. Siły międzycząsteczkowe
- 3.3. Różnice w budowie cząsteczkowej ciał stałych, cieczy i gazów
- 3.4. Od czego zależy ciśnienie gazu w zbiorniku?
- 3.5. Gęstość substancji

Treści tego rozdziału w większości powinny być znane uczniom z przedmiotu "przyroda" w szkole podstawowej. Ich krótkie przypomnienie jest jednak konieczne do zrozumienia wielu problemów omawianych w gimnazjum. Np. zależność ciśnienia gazu od temperatury, przewodzenie ciepła, czy przewodzenie prądu elektrycznego w metalach.

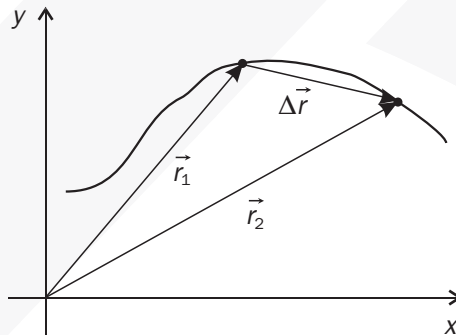
4. Jak opisujemy ruch?

- 4.1. Układ odniesienia i układ współrzędnych
- 4.2. Ruch ciał. Tor ruchu, droga
- 4.3. Ruch prostoliniowy jednostajny
- 4.4. Szybkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym
- 4.5. Prędkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym
- 4.6. Szybkość średnia i chwilowa. Prędkość chwilowa
- 4.7. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony
- 4.8. Przyspieszenie ciała w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
- 4.9. Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym
- 4.10. Ruch jednostajnie opóźniony

Kinematyka jest dla uczniów działem bardzo trudnym, wymagającym wykorzystania zdobytej wcześniej wiedzy matematycznej. Nauczyciel powinien dołożyć starań, by uczeń dostrzegł, że wykorzystuje tę wiedzę.

Należy pamiętać, że **prędkością średnią** w fizyce nazywamy wektor

$$\vec{v}_{sr} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}.$$



Jest to stosunek przemieszczenia $\Delta \vec{r}$ do czasu Δt , w którym to przemieszczenie nastąpiło. **Wartość średniej prędkości** to moduł

$$|\vec{v}_{sr}| = \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right|.$$

W ruchach krzywoliniowych lub ruchach "tam i z powrotem" $|\Delta \vec{r}| \neq s$, tak więc nie jest prawdą, że wartość prędkości średniej można obliczać jako iloraz $\frac{s}{t}$. Ten

iloraz to **średnia wartość prędkości**. Obliczamy ją następująco:

$$v_{sr} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n} = \frac{1}{n}(v_1 + v_2 + \dots + v_n) =$$

$$= \frac{1}{n} \left(\frac{s_1}{\Delta t} + \frac{s_2}{\Delta t} + \dots + \frac{s_n}{\Delta t} \right) = \dots$$

Całą przebytą drogę podzieliiliśmy na fragmenty o różnej długości (s_1, s_2, \dots, s_n) przebywane w jednakowych przedziałach czasu Δt

$$\dots = \frac{1}{n\Delta t} (s_1 + s_2 + \dots + s_n) = \frac{s_{całk}}{t_{całk}}$$

W gimnazjum wprowadzamy tylko średnią wartość prędkości. Średnią prędkość i jej wartość uczeń pozna dopiero w szkole ponadgimnazjalnej. Aby te, bardzo podobne nazwy nie myliły się, średnią wartość prędkości nazywamy szybkością średnią.

Pojęcie "prędkość" to w fizyce prędkość chwilowa. Szybkość to synonim wartości prędkości chwilowej. Tak więc **dla wszystkich ruchów szybkość to dokładnie to samo, co wartość prędkości**.

W gimnazjum nie wykonujemy działań matematycznych na wektorze prędkości. Znając wartość prędkości uczeń powinien umieć obrać długość wektora jednostkowego i następnie narysować wektor o poprawnej długości, kierunku i zwrocie, przyczepiając go do ciała, które się porusza z daną prędkością.

Informujemy ucznia o wektorowym charakterze przyspieszenia. Jest to konieczne, by w natępnym rozdziale zapisać wektorowo drugą zasadę dynamiki ($\vec{F} = m\vec{a}$). Uczeń dowie się wówczas, że wektor przyspieszenia ma taki sam kierunek i zwrot, jak wektor siły wypadkowej nadającej ciału to przyspieszenie.

5. Siły w przyrodzie

- 5.1. Rodzaje i skutki oddziaływań
- 5.2. Trzecia zasada dynamiki
- 5.3. Wypadkowa sił działających na ciało
- 5.4. Siły równoważące się. Pierwsza zasada dynamiki
- 5.5. Uzupełnienie wiadomości o sile ciężkości. Siła sprężystości
- 5.6. Siła oporu powietrza. Siła tarcia
- 5.7. Siła parcia cieczy i gazów na ścianki zbiornika
- 5.8. Siła wyporu. Siła nośna
- 5.9. Druga zasada dynamiki
- 5.10. Pęd. Zasada zachowania pędu

Analizę problemów dynamicznych rozpoczynamy od omówienia rodzajów oddziaływań i ich skutków. Konsekwencją stwierdzenia, że oddziaływania są wzajemne jest pytanie o wartości sił, którymi ciała na siebie działają. Odpowiadamy na nie, wykonując proste doświadczenia i na ich podstawie formułujemy trzecią zasadę dynamiki Newtona.

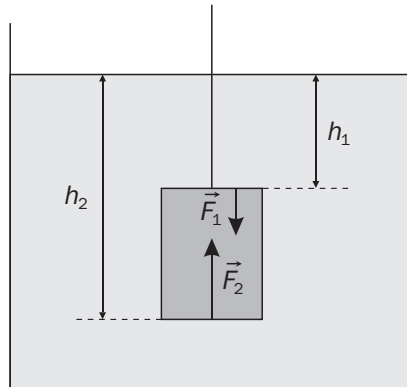
Do wprowadzenia pozostałych zasad konieczna jest znajomość pojęcia siły wypadkowej i szczególnego przypadku, tj. sił równoważących się. Wprowadzamy je na podstawie doświadczenia.

Kolejnym tematem jest więc pierwsza zasada dynamiki. Znajomość pierwszej i trzeciej zasady dynamiki oraz umiejętność dodawania sił działających wzdłuż jednej prostej pozwala wystarczająco dokładnie omówić niektóre siły występujące w przyrodzie. Rozpoczynamy od znanej już uczniom siły przyciągania ziemskiego, uzupełniając informacje o pojęcie środka ciężkości jako punktu, w którym zaczepiamy tę siłę. Kolejno omawiamy siłę sprężystości sprężyny i sprężystości podłoża, utrwalaając przy okazji umiejętność posługiwania się pierwszą i trzecią zasadą dynamiki.

Omówienie siły tarcia poprzedzamy krótką wzmianką o sile oporu powietrza, powołując się na doświadczenia z codziennego życia ucznia.

Kolejne trzy siły, to siły parcia. Powołując się na prawo Pascala pokazujemy, że jeśli ciśnienie w cieczy i gazie rozchodzi się równomiernie, to siła parcia na powierzchnię S zależy od wielkości tej powierzchni ($F = pS$). Ukazujemy wykorzystanie tej siły w urządzeniach hydraulicznych.

Drugą siłą wynikającą z istnienia parcia jest siła wyporu. Na górną powierzchnię klocka zanurzonego w cieczy działa w dół siła \vec{F}_1 , na dolną powierzchnię działa w górę siła \vec{F}_2 o większej wartości. W podręczniku przeprowadza się proste rozumowanie, na podstawie którego uczeń przekonuje się, że $F_2 > F_1$. Siła wyporu jest wypadkową o wartości $F_2 - F_1$ zwróconą w górę.



Szybko poruszający się strumień powietrza wytwarza nad skrzydłem samolotu niższe ciśnienie. Stąd parcie na dolną powierzchnię skrzydła, zwrócone w górę, jest większe niż parcie na górną powierzchnię. Zwrócona w górę wypadkowa sił parcia to siła nośna, umożliwiająca lot samolotu.

Na koniec pozostawiliśmy dwa najtrudniejsze tematy, tj. drugą zasadę dynamiki i zasadę zachowania pędu. W celu sprawdzenia, że $a \sim F$ i $a \sim \frac{1}{m}$ należy wykonać odpowiednie doświadczenia lub posłużyć się filmem. Zasadę zachowania pędu omawiamy tylko na przykładzie oddziaływania dwóch ciał początkowo spoczywających. W tym miejscu po raz pierwszy wprowadzamy pojęcie układu ciał i sił wewnętrznych jako sił wzajemnego oddziaływania ciał tworzących układ.

6. Wyruszamy w kosmos

- 6.1. Ruch po okręgu
- 6.2. Ciężenie powszechne. Układ Słoneczny
- 6.3. Inne obiekty astronomiczne. Loty kosmiczne

Omawianie Układu Słonecznego poprzedzamy niezbędnym do tego opisem ruchu po okręgu i ciężenia powszechnego. Uczeń powinien wiedzieć, że aby ciało mogło się poruszać po okręgu ze stałą szybkością, wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało musi być zwrócona do środka okręgu, a jej wartość musi być stała. Nosi ona nazwę siły dośrodkowej. Podkreślamy jeszcze raz, że jeśli na ciało poruszające się ruchem jednostajnym po okręgu działa kilka sił, to siła dośrodkowa nie jest jedną z nich lecz jest ich wypadkową. Jeśli na to ciało działa tylko jedna siła, to ona stanowi potrzebną do tego ruchu siłę dośrodkową. Tak jest w przypadku ruchu planety wokół Słońca lub Księżyca wokół Ziemi (siłą dośrodkową jest siła grawitacji).

Omawiając zagadnienia astronomiczne opieramy się na obserwacjach dokonywanych przez uczniów.

7. Praca. Moc. Energia

- 7.1. Praca mechaniczna
- 7.2. Moc
- 7.3. Energia w przyrodzie. Energia mechaniczna
- 7.4. Energia potencjalna i kinetyczna
- 7.5. Zasada zachowania energii mechanicznej
- 7.6. Dźwignia jako urządzenie ułatwiające wykonywanie pracy

W programie gimnazjum określamy pracę tylko **stałej** siły. Z konieczności podaje się tylko takie przykłady, w których siła wykonująca pracę stanowi także **przyczynę** przesunięcia. Nauczyciel powinien choćby jakościowo uzmysłowić uczniom, że można obliczać pracę siły tarcia, choć to nie ona jest przyczyną ruchu ciała.

Uczeń powinien w oparciu o doświadczenia i przykłady z życia codziennego zauważyć, że ta sama praca może być wykonana przez różne urządzenia w różnym czasie, dlatego użyteczne jest wprowadzenie wielkości fizycznej informującej nas o szybkości wykonywania pracy (moc).

Wprowadzając energię mechaniczną używamy pojęć: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie i siły zewnętrzne. Zadaniem nauczyciela jest dołożenie starań, aby uczniowie oswoili się z tymi pojęciami. W tym celu należy postąpić się możliwie dużą liczbą przykładów.

Proponujemy pojęcie energii mechanicznej wprowadzać w sposób najbardziej poprawny, tzn. przez jej zmianę. Tu także wymagana jest duża liczba przykładów z najbliższego otoczenia ucznia.

Energia potencjalna jest pojęciem trudnym. Znowu w oparciu o proste przykłady uczeń powinien zrozumieć, że jej zmiana związana jest ze zmianą wzajemnego położenia ciał układu. W przypadku energii potencjalnej grawitacyjnej oznacza to zmianę odległości od Ziemi, a w przypadku energii potencjalnej sprężystości zmiana położenia, to zmiana wielkości odkształcenia, np. wydłużenie (lub skrócenie) sprężyny – zmienia się wówczas odległość między zwojami. Jeśli przez wykonanie pracy chcemy zmienić tylko energię potencjalną układu, to musimy zmieniać jego stan tylko przez zmianę położenia (a nie szybkości). Wynika z tego, że siła, która wykonuje pracę musi równoważyć siłę wewnętrzną (grawitacji lub sprężystości), a więc ruch będzie jednostajny (pierwsza zasada dynamiki).

W odróżnieniu od energii potencjalnej – zrozumienie energii kinetycznej nie stwarza uczniom trudności.

Warunkiem stałości energii mechanicznej układu ciał (w którym działają siły zależne jedynie od wzajemnego położenia tych ciał) jest niewykonywanie pracy przez siłę zewnętrzną (pochodzącą od ciała lub ciał nie należących do układu). Nie polecamy zastępowania tego warunku sformułowaniem „układ musi być zamknięty” lub „układ musi być izolowany od otoczenia”, bo dla uczniów są to puste frazesy. Warunek niewykonywania pracy nie jest oczywiście równoważny brakowi siły zewnętrznej, wiadomo bowiem, że różna od zera siła nie wykonuje pracy, gdy jest prostopadła do przemieszczenia. Praktycznie jednak najczęściej mamy do czynienia z przypadkami, w których siła zewnętrzna jest równa zeru. Mówimy wtedy, że ciało porusza się „swobodnie” jedynie pod działaniem siły grawitacji lub ciało przyłączone do sprężyny (czy też zawieszone na sprężynie) wykonuje drgania „swobodne”.

W układzie ciał, którego energia mechaniczna jest zachowana, mogą zachodzić przemiany jednego rodzaju energii w drugi lub energia pewnych ciał może być przekazywana innym. W przypadku wymiany energii między ciałami

układu jej rodzaj może się zmieniać lub nie; np. gdy zderzają się z sobą dwie kule toczące się po stole, energię mechaniczną układu stanowi ich energia kinetyczna (poziom stołu – poziom zerowy). Wówczas ubytek energii kinetycznej jednej kuli równa się przyrostowi energii kinetycznej drugiej. W przypadku wypuszczenia strzały z łuku energia napiętej cięciwy (energia potencjalna sprężystości) przekazywana jest strzale i równocześnie zmienia się jej rodzaj, bo strzała kosztem energii potencjalnej cięciwy uzyskuje energię kinetyczną.

8. Przemiany energii w zjawiskach cieplnych

- 8.1. Zmiana energii wewnętrznej przez wykonanie pracy
- 8.2. Ciepły przepływ energii. Pierwsza zasada termodynamiki
- 8.3. Ciepło właściwe
- 8.4. Przemiany energii podczas topnienia, krzepnięcia, parowania i skraplania

Uczniowie używali już pojęcia temperatury ciała. Temperatura charakteryzuje ciało jako całość (nie mówimy przecież o temperaturze cząsteczki), dlatego jest ona wielkością makroskopową. Temperatura jest jednak „objawem” wielkości związanej z cząsteczkami (wielkości mikroskopowej), a mianowicie średniej energii kinetycznej ruchu postępowego cząsteczek. Bezustannie należy zwracać uwagę, że nie wszystkie cząsteczki ciała mają w danej chwili taką samą szybkość, ponadto na skutek zderzeń (miliardy na sekundę!) szybkość każdej cząsteczki ulega zmianie. Możemy więc mówić tylko o średniej szybkości i o średniej energii kinetycznej cząsteczek. Zamiast wyrażać się w skomplikowany i przydługi sposób: cząsteczki wody mają bardzo dużą średnią energię kinetyczną, mówimy krótko: woda jest gorąca lub woda ma wysoką temperaturę.

Temperatura ciała jest więc bardzo wygodnym pojęciem, upraszczającym sposób porozumiewania się ludzi (podobnie zresztą jak inne wielkości fizyczne – w tym celu zostały one wprowadzone).

Mówimy, że energia kinetyczna cząsteczek i ich energia potencjalna (wynikająca z istnienia sił międzycząsteczkowych) to najważniejsze składniki energii wewnętrznej ciała. Uczniowie niekiedy pytają, jakie mogą być jeszcze inne składniki tej energii. Jest to np. energia cząstek wchodzących w skład atomów: elektronów na powłokach elektronowych, protonów i neutronów w jądrach.

Cząstki te także poruszają się i działają na siebie wzajemnie. Jednak w tym działaniu fizyki będziemy się zajmować takimi zjawiskami, w których zmieniają się tylko dwa wymienione poprzednio składniki energii wewnętrznej ciała. Cząsteczki traktujemy jako całość, nie wnikamy w ich budowę wewnętrzną. W istocie zawsze będziemy obliczać nie samą energię wewnętrzną ciała lecz jej zmianę.

Gdy uczniowie przyswoją sobie wiedzę na temat składników energii wewnętrznej ciała oraz powiązania jego temperatury z energią chaotycznego ruchu cząsteczek, powinni być przekonani, że wzrost temperatury świadczy o wzroście energii wewnętrznej.

Mówiąc o zmianie energii wewnętrznej ciała przez wykonanie pracy mamy na myśli pracę makroskopową wykonaną nad ciałem jako całością lub przez ciało jako całość. Najczęściej rozważa się przykłady wykonywania pracy „przy pokonywaniu tarcia”.

Omawiając cieplny przepływ energii najlepiej rozpocząć od obserwacji (opisu) zjawisk, w których stykamy dwa ciała o różnych temperaturach (lub ciałom tym zapewniamy inny kontakt, np. wlewamy gorącą wodę do zimnej itp.). Możemy także mieć do czynienia z jednym ciałem, np. prętem metalowym, którego jeden koniec ma inną temperaturę niż drugi. Ograniczamy się zatem do badania zjawisk, w których już istnieje różnica temperatur między ciałami. Wówczas niewątpliwie mamy rację mówiąc, że ilość przekazywanej energii wewnętrznej nazywamy ciepłem (ilością ciepła) i stwierdzając, że w tych przypadkach ciepło jest przekazywane przez ciało o temperaturze wyższej ciału o temperaturze niższej aż do wyrównania temperatur. Mechanizm przekazywania ciepła (cieplnego przepływu energii) w przypadku przewodnictwa cieplnego polega na zderzaniu się cząsteczek. Wówczas każda cząsteczka o większej energii kinetycznej (a w ciele o wyższej temperaturze takich cząsteczek jest dużo!), zderzając się z cząsteczką o mniejszej energii kinetycznej, wykonuje „mikropracę”, której efektem jest przekazanie części energii cząsteczce początkowo poruszającej się wolniej. Sumę tych przekazanych energii nazywamy ciepłem. Gdy proces się zakończy, przekazana energia przestaje nosić nazwę ciepła!

Gdy uczeń wie już, że energię wewnętrzną ciała można zmienić przez wymianę ciepła lub przez wykonanie pracy, zajmujemy się przypadkiem gdy $W = 0$, a więc $\Delta E_w = Q$. O ilości dostarczonego ciepła świadczy przyrost temperatury ciała, więc $Q \sim \Delta T$. Aby uzyskać ten sam przyrost temperatury w przypadku ciała

o dwukrotnie większej masie, musimy dostarczyć dwukrotnie więcej ciepła $Q \sim m$. Te dwie zależności pozwalają zdefiniować ciepło właściwe substancji. Uczeń powinien dobrze rozumieć sens fizyczny tej wielkości. Jej znajomość pozwala przeprowadzać prosty bilans cieplny (mieszanie wody o różnych temperaturach).

Przemiany energii w zmianach stanów skupienia omawiamy tylko jakościowo, nie wprowadzając pojęć ciepła topnienia, czy ciepła parowania.

9. O drganiach i falach sprężystych

- 9.1. Ruch drgający. Wahadło
- 9.2. Fala sprężysta
- 9.3. Fala dźwiękowa
- 9.4. Echo i pogłos

W tym dziale uczeń zapoznaje się z podstawowymi wiadomościami i pojęciami dotyczącymi ruchu drgającego i falowego. Wszystkie ruchy drgające, których przykłady prezentujemy traktujemy jako ruchy harmoniczne, choć pojęcia ruchu harmonicznego nie musimy wprowadzać. Podczas wyznaczania okresu wahadła należy uświadomić uczniom, że mierzenie czasu, np. 50 pełnych drgań i dzielenie wyniku przez 50 powoduje pięćdziesięciokrotne zmniejszenie niepewności pomiarowej w stosunku do tej, jaką byłby obarczony wynik mierzenia tylko jednego okresu drgań.

Główny cel poznawczy nauki o falach zostanie osiągnięty, jeśli uczniowie zrozumieją istotę zjawiska fizycznego zwanego falą sprężystą, potrafią odróżnić ruch (drgający) cząstek ośrodka wokół położeń równowagi od ruchu samej fali, która rozchodzi się ze stałą szybkością. Częstotliwość drgań cząstek ośrodka, w którym została wytworzona fala okresowa, jest równa częstotliwości drgań źródła fali.

Zwracamy uwagę, że w programie jest mowa o drganiach cząstek ośrodka. Dlaczego? Ponieważ drgania wykonują nie pojedyncze atomy czy cząsteczki lecz pewne ich obszary (cząstki), które są bardzo małe w porównaniu z objętością całego ośrodka, ale bardzo duże w stosunku do rozmiarów poszczególnych cząsteczek.

W tym dziale, oprócz związku $f = \frac{1}{T}$ występuje tylko jeden wzór:

$$\lambda = \frac{v}{f}.$$

W tym wzorze f jest zmienną niezależną (źródła fali mogą drgać z dowolną częstotliwością), a λ zmienną zależną, odwrotnie proporcjonalną do f . Szybkość fali v jest dla danego ośrodka (i na ogół dla danego rodzaju fali) wielkością stałą. Warto uświadomić uczniom, że z inną szybkością rozchodzi się po powierzchni wody fala wywołana np. wrzuceniem kamyka (v jest wówczas rzędu 1m/s), a z inną fala akustyczna wytworzona w wodzie lub przechodząca do wody z innego ośrodka (szybkość fali akustycznej w wodzie wynosi około 1500m/s).

10. 0 elektryczności statycznej

- 10.1. Elektryzowanie ciał przez tarcie. Siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych
- 10.2. Przewodniki i izolatory
- 10.3. Elektryzowanie przez indukcję oraz przez dotknięcie ciałem naelektryzowanym
- 10.4. Pole elektrostatyczne
- 10.5. Ruch ciała naelektryzowanego w polu elektrycznym
- 10.6. Napięcie elektryczne

Początek tego działu to przypomnienie i utrwalenie wiadomości z chemii, które wykorzystamy do wyjaśniania podstawowych zjawisk z elektrostatyki i przygotowania uczniów do sformułowania zasady zachowania ładunku. Zamiast żądać od uczniów recytacji prawa Coulomba lepiej rozważyć problem dwu oddziałujących, naładowanych jednoimiennie kulek wiszących na nitkach i zapytać: „Jak zmieni się siła wzajemnego oddziaływania, gdy odległość między kulkami dwa razy zmaleje? Jak ustawią się kulki, gdy jednej z nich dostarczymy dodatkowy ładunek?”.

Należy zauważyć, że pole elektrostatyczne jest pierwszym polem sił omawianym w szkole.

Uczeń powinien zauważyć, że prawo Coulomba dostarcza informacji od czego zależy siła działająca między dwoma ładunkami punktowymi, ale nie wyjaśnia

„mechanizmu” działania tej siły. Znane w przyrodzie, „dobrze oswojone” siły wymagają kontaktu pomiędzy działającymi na siebie ciałami. Jak to się dzieje, że siła może działać na ładunek w pustej przestrzeni – zapytywali uczeni w XVIII wieku. Wątpliwości te pomógł usunąć Michał Faraday, który zaproponował pojęcie pola sił. Ono właśnie stanowi koncepcję wyjaśniającą mechanizm działania siły na ładunki umieszczone w przestrzeni, która okazała się nie być zupełnie pustą!

Pole elektrostatyczne to specjalna właściwość nadawana przestrzeni przez spoczywające ładunki, właściwość polegająca na tym, że na każdy ładunek w niej umieszczony działa siła o wartości wprost proporcjonalnej do tego ładunku. Pole jest więc tym obiektem, który bezpośrednio działa na ładunek q , umieszczony w danym jego punkcie.

W gimnazjum definiujemy napięcie elektryczne pomiędzy dwoma punktami pola. Wielkość ta będzie stosowana także w dziale o prądzie elektrycznym.

Wprowadzając pojęcie napięcia korzystamy ze znanego z mechaniki pojęcia pracy. Rozumowanie prowadzimy biorąc pod uwagę przypadek najprostszy – przesuwanie ładunku q w polu jednorodnym, które w każdym punkcie działa na ładunek taką samą siłą (pamiętamy, że określaliśmy pracę wykonaną przez stałą siłę).

W fazie wstępnej (konceptualizacji) na podstawie rozumowania dochodzimy do wniosku, że praca W_{AB} wykonana przez siłę pola przy przesuwaniu ładunku q pomiędzy dwoma punktami A i B wzdłuż linii pola jest wprost proporcjonalna do ładunku (bo $F \sim q$), zatem iloraz wykonanej pracy i ładunku $\frac{W_{AB}}{q}$ jest wielkością

stałą dla danych dwóch punktów pola. Tę właśnie wielkość nazywamy napięciem elektrycznym U_{AB} między tymi punktami. Następnie zastanawiamy się od czego zależy napięcie elektryczne. Praca jest większa, gdy większa jest wartość przemieszczenia AB (wzdłuż linii pola), a więc napięcie zależy od odległości dwóch punktów. Zależy także od tego, czy pole jest silne, czy słabe, bo silne pole działa na ładunek dużą siłą, a słabe małą. Jest to doskonała okazja do samodzielnego rozumowania, podczas którego uczniowie sami sięgają do poprzednio przyswojonej i koniecznej w tym przypadku wiedzy. Uczniowie sami powinni także uzasadnić, dlaczego bierzemy pod uwagę przypadek przesuwania ładunku wzdłuż linii pola – wówczas zwrot wektora siły jest zgodny ze zwrotem wektora przemieszczenia, więc praca jest równa iloczynowi $F \cdot AB$.

Zdobytą wiedzę należy utrwalić, najlepiej przez odpowiednie, proste przykłady.

11. O prądzie elektrycznym

- 11.1. Prąd elektryczny w metalach. Napięcie elektryczne przyczyną przepływu prądu w przewodniku
- 11.2. Źródła napięcia. Obwód elektryczny
- 11.3. Natężenie prądu
- 11.4. Prawo Ohma. Opór elektryczny
- 11.5. Połączenie szeregowe odbiorników elektrycznych
- 11.6. Połączenie równoległe odbiorników elektrycznych
- 11.7. Praca i moc prądu elektrycznego

Wyjaśniając czym jest prąd elektryczny w metalach dobrze jest posłużyć się modelem metalowego przewodnika prądu elektrycznego. Doprowadzenie napięcia pomiędzy jego końce spowodowało powstanie w przewodniku pola elektrycznego. W polu tym na jony dodatnie metalu i elektrony swobodne działają siły elektryczne. Pod wpływem tych sił elektrony swobodne uzyskują składową prędkości wzdłuż przewodnika, tzn. zaczynają się poruszać ruchem uporządkowanym – w przewodniku płynie prąd elektryczny. Prędkość uporządkowanego ruchu elektronów ma bardzo niewielką wartość w porównaniu ze średnią szybkością ich ruchu chaotycznego, jednak elektronów swobodnych jest bardzo dużo, zatem przez przekrój poprzeczny przewodnika w czasie 1 sekundy może przepłynąć dość znaczny ładunek.

Ważną sprawą jest zrozumienie przez uczniów „mikroskopowego mechanizmu” przemian energii w przewodniku: kosztem pracy sił pola elektrycznego wzrasta (pomiędzy zderzeniami z jonami) energia kinetyczna elektronów, ta zaś zostaje przekazana jonom sieci krystalicznej metalu podczas zderzeń. Wzrasta więc energia drgań jonów, co jest równoznaczne ze wzrostem energii wewnętrznej przewodnika. O wzroście energii wewnętrznej świadczy wzrost temperatury.

Uczniowie powinni być przekonani, że w obwodzie elektrycznym, który składa się z różnych elementów, połączonych jeden za drugim (szeregowo), a nawet z różnych kawałków drutu (np. o różnych przekrojach) przez dowolny przekrój poprzeczny w każdym miejscu przepływa w jednakowym czasie taki sam ładunek; dlatego amperomierz włączony w dowolnym miejscu obwodu wskaże takie samo natężenie prądu.

Prawo Ohma (proporcjonalność natężenia prądu w elemencie obwodu do napięcia przyłożonego pomiędzy końce tego elementu) stanowi podstawę do wprowadzenia następnej wielkości elektrycznej, tym razem charakteryzującej przewodnik (odcinek obwodu), tzn. oporu elektrycznego R .

Procedura postępowania powinna już stawać się zauważalna przez uczniów jako typowa: po stwierdzeniu, że dwie wielkości są do siebie wprost proporcjonalne, czyli że ich iloraz jest stały, warto zbadać, co ta stała charakteryzuje i wprowadzić dla niej nazwę.

Na lekcjach poświęconych łączeniu odbiorników uczniowie mają okazję budować bardziej skomplikowane obwody elektryczne. Byłoby pożądane, aby uczniowie uświadomili sobie, że w przypadku połączeń równoległych włączanie coraz większej liczby odbiorników powoduje zmniejszenie oporu zastępczego. Można to stwierdzić doświadczalnie – wówczas natężenie prądu w obwodzie wzrasta, stąd wniosek, że (przy tym samym napięciu) opór obwodu jest coraz mniejszy. Łatwo to także zauważyć, analizując wzór na opór zastępczy:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Omawiając pojęcia pracy, a w szczególności mocy prądu należy zwracać uwagę na praktyczne wykorzystanie tych wielkości w urządzeniach elektrycznych używanych na codzień i problem oszczędności energii elektrycznej.

12. O zjawiskach magnetycznych

- 12.1. Pole magnetyczne magnesu trwałego i Ziemi
- 12.2. Pole magnetyczne przewodnika z prądem
- 12.3. Siła elektrodynamiczna
- 12.4. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej
- 12.5. Prądnica prądu przemiennego. Transformator
- 12.6. Fale elektromagnetyczne

Na początek uczniowie dowiadują się, że pole magnetyczne to własność przestrzeni polegająca na tym, że na igiełki magnetyczne w niej umieszczone działają siły. Noszą one nazwę sił magnetycznych. Siły te działają na bieguny igiełki.

Linie pola magnetycznego mają taki zwrot, jak siła działająca na północny biegun igły magnetycznej, którą badamy pole (jest to umowa). Po ustawieniu się igły wzdłuż linii pola, albo stycznie do niej, jeśli jest to linia krzywa, siły magnetyczne dalej działają, ale ponieważ leżą na jednej prostej to nie powodują już obrotu igły.

Wyznaczając wielokrotnie za pomocą igieł magnetycznych zwrot linii badanego pola magnetycznego magnesów zauważamy, że linie wychodzą zawsze z ich biegunów północnych, a wchodzi do południowych. Podkreślamy, że zwrot linii pola magnetycznego można wyznaczyć za pomocą igły magnetycznej nie znając źródła tego pola, tzn. nie wiedząc, czy pole to pochodzi np. od magnesu (i jakiego), czy od przewodnika, przez który płynie prąd.

- ródłem pola magnetycznego jest także Ziemia.

Pole magnetyczne przewodnika z prądem wprowadzamy wykonując i analizując doświadczenie Oersteda.

Omawiając cechy siły elektrodynamicznej uczeń powinien zauważyć, że są one odmienne od cech dotychczas poznanych sił. Siła elektrodynamiczna nie jest na ogół ani „siłą przyciągania”, ani „siłą odpychania”, a uczniowie do takich sił byli przyzwyczajeni (siła grawitacyjna, siła elektryczna). Siła elektrodynamiczna nie działa na przewodnik z prądem w polu magnetycznym w przypadku, gdy przewodnik jest ustawiony równolegle do linii pola (w ten sposób można wykryć doświadczalnie kierunek linii pola magnetycznego). W innych przypadkach, gdy siła ta jest różna od zera, to nie jest ona skierowana zgodnie z liniami pola lub, jeśli są to linie krzywe, nie jest do nich styczna. Dlatego linie pola magnetycznego nie nazywamy liniami sił, podczas gdy nazwę tę można stosować do linii pola grawitacyjnego i elektrycznego.

W gimnazjum nie wprowadzamy wektora indukcji magnetycznej \vec{B} , dlatego nie możemy operować pojęciem strumienia Φ tego wektora. Wynika z tego, że musimy zrezygnować ze sformułowania ogólnego warunku powstawania prądu indukcyjnego w obwodzie zamkniętym, jakim jest zmiana strumienia indukcji magnetycznej, obejmowanego przez ten obwód.

Dochodząc do ogólnego sformułowania reguły Lenza opieramy się na zasadzie zachowania energii, a ściślej mówiąc na przekonaniu, że energia może powstać z innej formy energii lub z pracy (np. zbliżając magnes do metalowego pierścienia, wykonujemy pracę, a elektrony w pierścieniu zyskują energię).

Konieczne jest omówienie dwóch najważniejszych zastosowań indukcji elektromagnetycznej – prądnicy (generatora prądu przemiennego) oraz transformatora.

Fale elektromagnetyczne potraktowane są – z konieczności – zaledwie informacyjnie. Uczniowie powinni zdawać sobie sprawę z istoty fali elektromagnetycznej i odróżniać ją od fali sprężystej. Powinni wiedzieć, że do rozchodzenia się fali sprężystej konieczny jest ośrodek, którego cząsteczki wykonują drgania, podczas gdy fala elektromagnetyczna może rozchodzić się w próżni. Powinni znać rodzaje fal elektromagnetycznych, zakresy ich długości i zastosowania.

Omawiając zastosowania fal elektromagnetycznych do przekazywania informacji omawiamy tylko zasadę; nie zajmujemy się szczegółami budowy urządzeń nadawczych i odbiorczych.

13. Optyka, czyli nauka o świetle

- 13.1. •ródła światła. Prostoliniowe rozchodzenie się światła
- 13.2. Odbicie światła. Obrazy w zwierciadle płaskim
- 13.3. Zwierciadła kuliste
- 13.4. Załamanie światła
- 13.5. Przejście wiązki światła białego przez pryzmat. Barwy
- 15.6. Soczewki skupiające i rozpraszające
- 13.7. Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek
- 13.8. Podsumowanie wiadomości o sposobach przekazywania informacji

W gimnazjum uczeń otrzymuje podstawowe informacje z optyki geometrycznej. Warto jednak wspomnieć o rozwoju teorii światła. Uczeń mógłby się więc dowiedzieć, że Christian Huygens (1629-1695) i Isaac Newton (1643-1727) żyli prawie współcześnie. Pierwszy z nich był twórcą falowej teorii światła, za pomocą której wyjaśnił wiele zjawisk optycznych; Huygens uważał światło za fale podłużne. Newton stworzył emisyjną teorię korpuskularną, według której ciała świecące emitują cząstki światła – korpuskuły. Newton zdawał sobie jednak sprawę z użyteczności teorii falowej i w swoich dziełach pisał też o drganiach. Być może jego teoria światła jest najbliższa naszemu współczesnemu, dualistycznemu wyobrażeniu.

Ogromny autorytet Newtona sprawił, że w wieku XVIII teorię falową zupełnie zarzucono. Dopiero na przełomie XVIII i XIX wieku prace Thomasa Younga (nad interferencją) i A. J. Fresnela (nad polaryzacją) doprowadziły do upadku teorii korpuskularnej i powrotu teorii falowej.

James Clerk Maxwell (1831-1879) w roku 1865 wyraził pogląd, że światło ma naturę elektromagnetyczną, stanowi wąską część widma elektromagnetycznego, zawierającą się w (umownych) granicach $0,38 \mu\text{m} - 0,77 \mu\text{m}$.

Na początku XX wieku powstała kwantowa teoria światła. Za ojca fizyki kwantowej uważa się Maxa Plancka (1858-1947). Planck wprowadził pojęcie „kwantu energii”, natomiast autorem pojęcia „kwantu świetlnego” był Albert Einstein, który za prace nad korpuskularną (fotonową) teorią światła otrzymał w roku 1921 nagrodę Nobla. Według tej teorii światło rozchodzi się w postaci fotonów, które posiadają energię i pęd.

Obecnie mamy dualistyczną teorię światła: korpuskularno-falową. W niektórych zjawiskach światło zachowuje się jak fala. Do nich należą znane od dawna dyfrakcja i interferencja. W innych światło wykazuje zupełnie inną naturę, jak np. w zjawisku fotoelektrycznym (emisja elektronów przez metal pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego). Zjawisko to wyjaśnił Einstein zakładając, że promieniowanie jest zbiorem porcji energii, tzw. kwantów, które potem zostały nazwane fotonami. Teoria falowa światła nie tłumaczy praw rządzących tym zjawiskiem, natomiast teoria korpuskularna (fotonowa) czyni to zadowalająco.

Teorie: falowa i korpuskularna promieniowania są równouprawnione. Można tylko powiedzieć, że teoria korpuskularna stosuje się lepiej dla promieniowania o dużej częstotliwości, bo wówczas jego nieciągłość jest bardziej widoczna (fotony mają większą energię). Dla promieniowania o małej częstotliwości (np. fale radiowe) stosuje się lepiej teoria falowa.

W optyce geometrycznej operujemy pojęciem promienia świetlnego i wyznaczamy jego bieg posługując się prawami sformułowanymi na podstawie doświadczenia.

Światło jest ważnym nośnikiem informacji, dlatego ostatnią lekcję w tym dziale proponujemy poświęcić podsumowaniu wiadomości o wszystkich poznanych sposobach przekazywania informacji ze szczególnym uwzględnieniem światła.

14. Powtarzamy materiał i przygotowujemy się do egzaminu

- 14.1. Zjawiska fizyczne
 - 14.2. Wielkości fizyczne i ich jednostki
 - 14.3. Co powinniśmy wiedzieć o wektorowych wielkościach fizycznych?
 - 14.4. Przyrządy pomiarowe. Dokładność pomiaru
 - 14.5. Wzory fizyczne i ich przekształcanie
 - 14.6. Przeliczanie jednostek wielkości fizycznych
 - 14.7. Prawa fizyczne
 - 14.8. Korzystanie z wykresów, tabel i diagramów
 - 14.9. Skala wielkości w makro- i mikroświecie
 - 14.10. Wykorzystanie fizyki w technice i medycynie
 - 14.11. Problemy zintegrowane z innymi naukami przyrodniczymi
- Mała liczba godzin fizyki rozciągnięta na trzy lata powoduje powstawanie luk w wiedzy i umiejętnościach uczniów. W tym dziale proponujemy usystematyzowanie wiedzy, zauważenie pewnych powtarzających się procedur postępowania, utrwalenie i uzupełnienie.

15. Tajemniczy świat atomów

- 15.1. Energia jądrowa
- 15.2. Promieniotwórczość naturalna

Realizację tego działu należy rozpocząć od przypomnienia budowy atomu z uwzględnieniem składników jądra.

W programie zawarto dwa zagadnienia z fizyki jądrowej: pochodzenie energii jądrowej (reakcje syntezy i rozszczepienia) i promieniotwórczość naturalną. Zalecamy także głębsze potraktowanie problemów energetyki jądrowej. Jest to temat, który na ogół spotyka się z dużym zainteresowaniem uczniów.

IV. Ogólny rozkład materiału nauczania

Propozycja przydziału godzin na poszczególne działy
(przy 4 godzinach fizyki w cyklu nauczania)

Nr	Dział fizyki	Liczba godzin przeznaczonych na nowe tematy	Część podręcznika
1	Wykonujemy pomiary	5	1
2	Niektóre właściwości fizyczne substancji	3	1
3	Cząsteczkowa budowa ciał	5	1
4	Jak opisujemy ruch?	10	1
Razem		23	
5	Siły w przyrodzie	11	2
6	Wyruszamy w kosmos	3	2
7	Praca, moc, energia	6	2
8	Przemiany energii w zjawiskach cieplnych	4	2
Razem		24	
9	O drganiach i falach sprężystych	4	3
10	O elektryczności statycznej	6	3
11	O prądzie elektrycznym	8	3
12	O zjawiskach magnetycznych	6	3
Razem		24	
13	Optyka, czyli nauka o świetle	8	4
14	Powtarzamy materiał i przygotowujemy się do egzaminu	12	4
15	Tajemniczy świat atomów	4	4
Razem		24	
Całkowita liczba godzin		84	

V. Szczegółowe rozkłady materiału nauczania

1. Wykonujemy pomiary (5+1 godzina)

Temat	Liczba godzin
Mierzenie długości, powierzchni i objętości. Pomiar temperatury	1
Pomiar czasu. Pomiar szybkości	1
Pomiar masy. Pomiar siły ciężkości	2
Pomiar ciśnienia	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

2. Niektóre właściwości substancji (3+1 godzina)

Temat	Liczba godzin
Trzy stany skupienia substancji	1
Zmiany stanów skupienia ciał	1
Rozszerzanie się ciał wraz ze wzrostem temperatury i kurczenie przy jej obniżaniu	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

3. Częsteczkowa budowa ciał (4+1 godzina)

Temat	Liczba godzin
Sprawdzamy prawdziwość hipotezy o cząsteczkowej budowie ciał. Siły międzycząsteczkowe	1
Różnice w budowie cząsteczkowej ciał stałych, cieczy i gazów. Od czego zależy ciśnienie gazu w zbiorniku?	1
Gęstość substancji	2
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

4. Jak opisujemy ruch? (10+5 godzin)

Temat	Liczba godzin
Układ odniesienia i układ współrzędnych	1
Ruch ciała. Tor ruchu. Droga	1
Ruch prostoliniowy jednostajny	1

Szybkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym	1
Prędkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym	1
Szybkość średnia i chwilowa. Prędkość chwilowa	1
Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony	1
Przyspieszenie ciała w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym	1
Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym	1
Ruch jednostajnie opóźniony	1
Lekcja powtórzeniowa	3
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	2

5. Siły w przyrodzie (11+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
Rodzaje i skutki oddziaływań	1
Trzecia zasada dynamiki	1
Wypadkowa sił działających na ciało. Siły równoważące się.	1
Pierwsza zasada dynamiki	1
Uzupełnienie wiadomości o sile ciężkości. Siła sprężystości	1
Siła oporu powietrza. Siła tarcia	1
Siła parcia cieczy i gazów na ścianki zbiornika	1
Siła wyporu. Siła nośna	1
Druga zasada dynamiki	2
Pęd. Zasada zachowania pędu	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

6. Wyruszamy w kosmos (3+1 godzina)

Temat	Liczba godzin
Ruch po okręgu	1
Ciążenie powszechne. Układ Słoneczny	1
Inne obiekty astronomiczne. Loty kosmiczne	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

7. Praca, moc, energia mechaniczna (6+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
Praca mechaniczna	1
Moc	1
Energia w przyrodzie. Energia mechaniczna	1
Energia potencjalna i kinetyczna	1
Zasada zachowania energii mechanicznej	1
Dźwignia jako urządzenie ułatwiające wykonywanie pracy	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

8. Przemiany energii w zjawiskach cieplnych (4+1 godziny)

Temat	Liczba godzin
Zmiana energii wewnętrznej przez wykonanie pracy	1
Ciepły przepływ energii. Pierwsza zasada termodynamiki	1
Ciepło właściwe	1
Przemiany energii podczas topnienia, krzepnięcia, parowania i skraplania	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

9. O drganiach i falach sprężystych (4+1 godzina)

Temat	Liczba godzin
Ruch drgający. Wahadło	1
Fala sprężysta	1
Fala dźwiękowa	1
Echo i pogłos. Ultradźwięki	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

10. 0 elektryczności statycznej (6+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
Elektryzowanie ciał przez tarcie. Oddziaływania ciał naelektryzowanych	1
Przewodniki i izolatory	1
Elektryzowanie przez indukcję oraz przez dotknięcie ciałem naelektryzowanym	1
Pole elektrostatyczne	1
Ruch ciała naelektryzowanego w polu elektrycznym	1
Napięcie elektryczne	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

11. 0 Prądzie elektrycznym (8+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
Prąd elektryczny w metalach. Napięcie elektryczne przyczyną przepływu prądu w przewodniku	1
•ródła napięcia. Obwód elektryczny	1
Natężenie prądu elektrycznego	1
Prawo Ohma. Opór elektryczny	2
Połączenie szeregowe odbiorników elektrycznych	1
Połączenie równoległe odbiorników elektrycznych	1
Praca i moc prądu elektrycznego	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

12. 0 zjawiskach magnetycznych (6+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
Pole magnetyczne magnesu trwałego i Ziemi	1
Pole magnetyczne przewodnika z prądem	1
Siła elektrodynamiczna	1
Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	1

Prądnicą prądu przemiennego. Transformator	1
Fale elektromagnetyczne i ich zastosowanie do przekazywania informacji	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

13. Optyka, czyli nauka o świetle (9+2 godziny)

Temat	Liczba godzin
•ródła światła. Prostoliniowe rozchodzenie się światła	1
Odbicie światła. Obrazy w zwierciadle płaskim	1
Zwierciadła kuliste	1
Załamanie światła	1
Przejście wiązki światła białego przez pryzmat. Barwy	1
Soczewki skupiające i rozpraszające	1
Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek	1
Podsumowanie wiadomości o sposobach przekazywania informacji	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Sprawdzian wiadomości i umiejętności	1

14. Powtarzamy materiał i przygotowujemy się do egzaminu (12 godzin)

Temat	Liczba godzin
Zjawiska fizyczne	1
Wielkości fizyczne i ich jednostki	1
Co powinniśmy wiedzieć o wektorowych wielkościach fizycznych?	1
Przyrządy pomiarowe. Dokładność pomiaru	1
Wzory fizyczne i ich przekształcanie	1
Przeliczanie jednostek wielkości fizycznych	1
Prawa fizyczne	1
Korzystanie z wykresów, tabel i diagramów	1
Skala wielkości w makro- i mikroświecie	1

Wykorzystanie fizyki w technice i medycynie	1
Problemy zintegrowane z innymi naukami przyrodniczymi	2

15. Tajemniczy świat atomów (4 godziny)

Temat	Liczba godzin
Energia jądrowa	2
Promieniotwórczość naturalna	2

VI. Cele operacyjne, czyli plan wynikowy

1. Wykonujemy pomiary (5+1 godzina)¹

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
1	Mierzenie długości, powierzchni i objętości. Pomiar temperatury	<ul style="list-style-type: none"> wie, że długość i odległość mierzymy w milimetrach, centymetrach, metrach lub kilometrach, potrafi zmierzyć długość i odległość, potrafi obliczyć pole kwadratu, prostokąta i trójkąta, potrafi zmierzyć temperaturę za pomocą termometru, potrafi wymienić kilka rodzajów termometrów. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyznaczyć objętość ciała o nieregularnym kształcie za pomocą menzurki, wie, że 0° w skali Celsjusza odpowiada temperaturze topnienia lodu, a 100° temperaturze wrzenia wody, wie, że naukowcy posługują się skalą Kelvina, wie, że w skali Kelvina 0 K odpowiada –273° C, wie, że 1° C = 1 K, potrafi przeliczać stopnie Celsjusza na kelwiny i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że jednostką podstawową długości w SI jest metr, potrafi przeliczać jednostki długości, wie, w jakim celu wykonuje się kilka pomiarów długości i oblicza średnią arytmetyczną, wie, że dokładność pomiaru jest równa najmniejszej działce skali przyrządu pomiarowego, potrafi określić dokładność pomiaru wykonanego wskazanym termometrem. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić, dlaczego po obliczeniu średniej arytmetycznej wynik zaokrąglamy do rzędu wielkości najmniejszej działki, potrafi przeliczać jednostki powierzchni i objętości, potrafi wykazać, że $\Delta t = \Delta T$, potrafi odszukać informacje o różnych skalach i rodzajach termometrów.

¹ Opanowanie treści koniecznych: ocena dopuszczająca; opanowanie treści podstawowych: ocena dostateczna; opanowanie treści rozszerzonych: ocena dobra; opanowanie treści dopełniających: ocena bardzo dobra

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
2	Pomiar czasu. Pomiar szybkości	<ul style="list-style-type: none"> zna najważniejszą jednostkę czasu, potrafi wymienić przyrządy służące do mierzenia czasu, potrafi wykonać pomiar czasu, z codziennego życia potrafi podać przykłady czynności wykonywanych z różną szybkością, wie, że szybkość pojazdów wyraża się w m/s i km/h, wie, że do pomiaru szybkości pojazdów służą szybkościomierze, potrafi odczytać szybkość na szybkościomierzu, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyznaczyć odstęp (przedział) czasu Δt, czyli czas trwania jakiegoś zdarzenia, potrafi przeliczać sekundy na minuty i godziny i odwrotnie, wie, co to znaczy, że stoper jest wyzerowany, potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że jeden samochód jedzie szybciej, a drugi wolniej, wie, że szybkość oznaczamy symbolem v, potrafi na najprostszych przykładach wyznaczyć w pamięci szybkość na podstawie pomiaru odległości i czasu 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że wszystkie zdarzenia zachodzą w jakimś odstępie (przedziale) czasu, wie, że jednostką podstawową czasu w SI jest sekunda, potrafi podać dokładność zegara, potrafi podać zakres i dokładność szybkościomierza, 	

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
3,4	Pomiar masy. Pomiar siły ciężkości	<ul style="list-style-type: none"> wie, że do pomiaru masy służą wagi, potrafi wykonać ważenie i odczytać na skali masę ciała, wie, że masę wyrażamy w gramach, kilogramach i tonach, wie, że Ziemia przyciąga wszystkie ciała, wie, że do opisu tego przyciągania posługujemy się pojęciem siły ciężkości, wie, że wartość siły wyrażamy w niutonach, potrafi zmierzyć siłę siłomierzem. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że mierząc masę, dokonujemy pomiaru ilości substancji, wie, że masę oznaczamy symbolem m, potrafi wyjaśnić, dlaczego waga przed użyciem musi być wyzerowana, wie, że siłę oznaczamy symbolem \vec{F}, potrafi wymienić kilka innych sił występujących w przyrodzie, potrafi obliczyć wartość siły ciężkości za pomocą wzoru $F_c = mg$, wie, że współczynnik $g = 10\text{N/kg}$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przeliczać jednostki masy, wie, że podstawową jednostką masy w SI jest kilogram, potrafi podać zakres i dokładność wagi, potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest wielkością wektorową, potrafi wykonać doświadczenie wskazujące, że wartość siły przyciągania rośnie tyle samo razy, ile razy rośnie masa ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi poprawnie posługiwać się wagą laboratoryjną, potrafi sporządzić wykres zależności $F_c(m)$, potrafi obliczyć każdą z wielkości występujących we wzorze $F_c = mg$, jeśli zna dwie pozostałe.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
5	Pomiar ciśnienia	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zmierzyć ciśnienie za pomocą ciśnieniomierza lub barometru, wie, że ciśnienie wyrażamy w paskalach. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że ciśnienie oblicza się, dzieląc wartość siły nacisku (parcia) przez pole powierzchni, zna wymiar paskala, wie, że ciśnienie atmosferyczne wynosi około 1000 hPa. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać dokładność i zakres ciśnieniomierza, zna jednostki będące wielokrotnościami paskala. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objasnić sens fizyczny pojęcia ciśnienia, potrafi obliczyć każdą z wielkości występujących we wzorze $p = \frac{F}{S}$, jeśli zna dwie pozostałe.
6	Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

2. Niektóre właściwości substancji (3+1 godzina)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
7	Trzy stany skupienia substancji	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać przykłady ciał w stanie ciekłym, stałym i gazowym. 	<ul style="list-style-type: none"> zna podstawowe właściwości ciał w różnych stanach skupienia, potrafi podać przykłady wykorzystania właściwości substancji w codziennym życiu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zaproponować doświadczenia pokazujące różne właściwości substancji w różnych stanach skupienia. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić wyniki doświadczeń, w których demonstruje się właściwości ciał stałych, cieczy i gazów.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
8	Zmiany stanów skupienia ciał	<ul style="list-style-type: none"> umie poprawnie nazwać i rozróżnić następujące zjawiska: topnienie, krzepnięcie, parowanie i skraplanie, potrafi podać przykłady wymienionych zjawisk. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić, co nazywamy temperaturą topnienia substancji, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że podczas topnienia i krzepnięcia zmienia się objętość ciała, wie, na czym polegają sublimacja i resublimacja, wie, że szybkość parowania cieczy zależy od temperatury, wie, że temperatura wrzenia zależy od ciśnienia. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać zjawisko wrzenia,
9	Rozszerzanie się ciał wraz ze wzrostem temperatury i kurczenie przy jej obniżaniu	<ul style="list-style-type: none"> wie, jakie zmiany objętości zachodzą przy zmianach temperatury, wie, różne substancje rozszerzają się niejednakowo. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać przykłady zjawiska rozszerzalności temperaturowej ciał w różnych stanach skupienia, wie, że w działaniu termometru cieczowego wykorzystuje się zjawisko rozszerzalności temperaturowej cieczy. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić zachowanie taśmy bimetalicznej, zna jej zastosowania, na podstawie diagramów potrafi porównywać rozszerzalność różnych substancji. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objasnić anomalną rozszerzalność wody, potrafi objasnić znaczenie przebiegu zjawiska rozszerzalności wody w przyrodzie.
10	Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

3. Cząsteczkowa budowa ciał (4+1 godzina)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
11	Sprawdzamy prawdziwość hipotezy o cząsteczkowej budowie ciał. Siły międzycząsteczkowe	<ul style="list-style-type: none"> wie, że materia zbudowana jest z cząsteczek, które nieustannie poruszają się, wie, że fakt, że ciała stałe i ciecze nie „rozlatują się” wynika z działania sił międzycząsteczkowych. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, na czym polega dyfuzja, wie, że szybkość dyfuzji zależy od temperatury, wie co to są siły spójności i przylegania. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykłady występowania zjawiska dyfuzji w przyrodzie, z życia codziennego potrafi podać przykłady zjawisk wynikających z istnienia sił międzycząsteczkowych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić dlaczego dyfuzja w cieczech zachodzi wolniej niż w gazach
12	Różnice w budowie cząsteczkowej ciał stałych, cieczy i gazów. Od czego zależy ciśnienie gazu w zbiorniku?	<ul style="list-style-type: none"> ma świadomość rozmiarów cząsteczek w porównaniu z rozmiarami przedmiotów makroskopowych, wie, że cząsteczki składają się z atomów. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, co to jest pierwiastek, wie, co to jest związek chemiczny, potrafi opisać różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów, wie, że gaz w zbiorniku na skutek uderzeń cząsteczek o ścianki wywiera parcie. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wymienić kilka pierwiastków, potrafi wymienić kilka związków chemicznych, potrafi objaśnić, co to znaczy, że ciało stałe ma budowę krystaliczną, wie, od czego zależy ciśnienie gazu w zbiorniku. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić, dlaczego ciśnienie gazu w zbiorniku zależy od ilości gazu, objętości i temperatury.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
13, 14	Gęstość substancji	<ul style="list-style-type: none"> wie, że substancje różnią się gęstością, potrafi odczytać gęstość substancji z tabeli, porównując ciężary klocków o jednakowej objętości, potrafi wskazać, który z tych klocków ma większą gęstość, na podstawie tabel gęstości potrafi wskazać, które ciała zatoną w której cieczy. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wykonać pomiary objętości ciała o coraz większej masie i zapisać je w tabeli, wie, że $\frac{m}{V} = \rho$, wie, że gęstość wyrażamy w g/cm^3 i kg/m^3, wie, że gęstość wody wynosi 1 g/cm^3 lub 1000 kg/m^3, wie, że gęstość informuje nas o tym, jaka jest masa 1 cm^3 lub 1 m^3 danej substancji. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi dobrać odpowiednie jednostki w układzie współrzędnych, na podstawie danych z tabeli potrafi sporządzić wykres zależności $m(V)$, potrafi przeliczać jednostki gęstości, potrafi wyjaśnić, dlaczego w różnych stanach skupienia ta sama substancja ma różną gęstość, potrafi objaśnić, dlaczego okręt pływa. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić, co to znaczy, że $\frac{m}{V} = \text{const}$, ze wzoru $\rho = \frac{m}{V}$ potrafi obliczyć każdą wielkość, jeśli zna dwie pozostałe, znając gęstość substancji, potrafi sporządzić wykres zależności $m(V)$ dla tej substancji.
15	Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

4. Jak opisujemy ruch? (10+5 godzin)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
16	Układ odniesienia i układ współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> wie, że położenie ciała i zmianę tego położenia można opisać tylko względem innego ciała, potrafi odczytać współrzędne położenia ciała w układzie jedno- i dwuwymiarowym. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykłady układów odniesienia, wie, że z układem odniesienia można związać dowolną liczbę układów współrzędnych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi dobrać najbardziej korzystny układ współrzędnych we wskazanym układzie odniesienia. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi samodzielnie dobrać układ odniesienia, związać z nim układ współrzędnych i opisać w tym układzie położenie i zmianę położenia dowolnego ciała.
17	Ruch ciała. Tor ruchu. Droga	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia ciało spoczywające od ciała poruszającego się we wskazanym układzie odniesienia, rozdzieli pojęcia „tor” i „droga”, odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego, na podstawie znajomości współrzędnych x_1 i x_2 potrafi obliczyć Δx. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykłady z życia codziennego świadczące o względności ruchu, potrafi użyć symbolu delty do zapisu przedziału czasu Δt i zmiany współrzędnej Δx. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić, co to znaczy, że ruch i spoczynek są względne, sprawnie przelicza jednostki drogi, potrafi wyjaśnić, do czego i w jaki sposób używamy symbolu Δ. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wypowiedzieć definicję ruchu, jako zmiany położenia w przyjętym układzie odniesienia.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
18	Ruch jednostajny prostoliniowy	<ul style="list-style-type: none"> wie, że jeśli ciało w jednakowych odstępach czasu przebywa jednakowe drogi, to porusza się ono ruchem jednostajnym, na podstawie znajomości drogi przebytej np. w jednej minucie potrafi podać drogę przebytą w dowolnym czasie w ruchu jednostajnym. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wykonać doświadczenie polegające na pomiarze dróg przebytych przez ciało w jednakowych odstępach czasu, na podstawie danych w tabeli potrafi zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty o współrzędnych x i t potrafi naszkicować wykres zależności drogi od czasu $s(t)$ w ruchu jednostajnym. 	<ul style="list-style-type: none"> na podstawie wyników doświadczenia potrafi stwierdzić, że badany ruch jest ruchem jednostajnym, na przykładzie wyników doświadczenia potrafi objaśnić, co to znaczy, że droga jest wprost proporcjonalna do czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić, co to znaczy, że dwie wielkości są do siebie wprost proporcjonalne, na podstawie wyników doświadczenia potrafi przygotować układ współrzędnych i poprawnie go opisać.
19	Szybkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym	<ul style="list-style-type: none"> wie, że szybkość wyrażamy w m/s i km/h, znając szybkość potrafi podać drogę przebytą w jednostce czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu jednostajnym $v = \frac{s}{t}$, wie, że drogę przebytą przez ciało obliczamy jak pole powierzchni prostokąta pod wykresem $v(t)$, potrafi obliczyć tę drogę. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić wymiar jednostki szybkości, potrafi sporządzić wykres zależności $v(t)$, znając szybkość potrafi sporządzić wykres zależności drogi od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić, dlaczego w ruchu jednostajnym iloraz $\frac{s}{t} = \text{const}$, potrafi przekształcać jednostki szybkości, potrafi obliczyć każdą z wielkości występujących we wzorze $v = \frac{s}{t}$, znając dwie pozostałe.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
20	Prędkość ciała w ruchu jednostajnym prostoliniowym	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać cechy wektora prędkości, potrafi w konkretnym przykładzie opisać cechy wektora prędkości, który wcześniej został narysowany. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi w konkretnym przypadku narysować wektor o poprawnym kierunku, zwrocie, wartości i punkcie zaczepienia, wie, że w ruchu jednostajnym prostoliniowym prędkość jest stała. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić konieczność wprowadzenia prędkości jako wielkości wektorowej. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykład wektorów przeciwnych.
21	Szybkość średnia i chwilowa. Prędkość chwilowa	<ul style="list-style-type: none"> w prostych przykładach potrafi obliczyć szybkość średnią, rozdzieli szybkość chwilową i szybkość średnią. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, co to jest szybkość chwilowa, wie, że szybkość chwilową odczytujemy na szybkościomierzu, wie, co to jest prędkość chwilowa. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że słowo „prędkość” oznacza w fizyce prędkość chwilową, a szybkość – to wartość prędkości. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że do opisu ruchów krzywoliniowych wprowadza się wielkość fizyczną zwaną przemieszczeniem, w konkretnej sytuacji potrafi narysować odcinek stanowiący wartość przemieszczenia, wie, że w ruchach krzywoliniowych prędkość jest styczna do toru w każdym punkcie.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
22	Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozpoznać na przykładach ruchy przyspieszone i opóźnione (przyspieszający samochód, hamujący pociąg), wie, że jeżeli wartość prędkości wzrasta, to ciało porusza się ruchem przyspieszonym, gdy wartość prędkości maleje, to ciało porusza się ruchem opóźnionym, z wykresu $v(t)$ potrafi odczytać szybkość ciała w danej chwili, z wykresu $v(t)$ potrafi odczytać przyrost szybkości we wskazanym przedziale czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu jednostajnie przyspieszonym w każdej jednostce czasu szybkość wzrasta jednakowo, potrafi narysować wykres zależności $v(t)$ dla ruchu jednostajnie przyspieszonego. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać doświadczenie, na podstawie którego sporządza się wykres zależności $v(t)$ w ruchu jednostajnie przyspieszonym. 	<ul style="list-style-type: none"> porównując kilka wykresów zależności $v(t)$ potrafi wskazać ruch ciała, którego szybkość wzrasta najszybciej.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
23	Przyspieszenie w ruchu jednostajnie przyspieszonym	<ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresu $v(t)$ potrafi wykazać, że Δv jest jednakowe w jednakowych przedziałach czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać jednostki przyspieszenia, wie, że w ruchu jednostajnie przyspieszonym $a = \text{const}$, potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że wartość przyspieszenia wynosi np. 2m/s^2, wie, w jakim przypadku wolno korzystać ze wzoru $a = \frac{v}{t}$, wie, że ciała spadają na Ziemię ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości około 10m/s^2. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić wzór na wartość przyspieszenia, wie, że przyspieszenie jest wektorem, potrafi przeliczać jednostki przyspieszenia, potrafi obliczyć każdą z wielkości występujących we wzorze $a = \frac{v}{t}$, jeśli zna dwie pozostałe, potrafi objaśnić, co to znaczy, że w ruchu jednostajnie przyspieszonym ($v_0 = 0$) uzyskana szybkość jest wprost proporcjonalna do czasu trwania ruchu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi oszacować wartość przyspieszenia samochodu, w którym jedzie, korzystając ze wskazań szybkościomierza, znając wartość przyspieszenia, potrafi sporządzić wykres $v(t)$, wie, że w ruchu przyspieszonym prostoliniowym kierunek i zwrot przyspieszenia jest zgodny z kierunkiem i zwrotem prędkości.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
24	Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu przyspieszonym, w jednakowych przedziałach czasu ciało przebywa coraz większe drogi. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym obliczamy jak pole powierzchni pod wykresem $v(t)$, potrafi obliczyć tę drogę. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym ($v_0 = 0$) można obliczyć ze wzoru $s = \frac{1}{2}at^2$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć każdą z wielkości występujących we wzorze $s = \frac{1}{2}at^2$, jeśli zna dwie pozostałe, wie, że drogi przebyte w kolejnych sekundach mają się do siebie jak kolejne liczby nieparzyste i potrafi skorzystać z tej informacji przy rozwiązywaniu zadań, potrafi rozwiązywać zadania obliczeniowe i graficzne z wykorzystaniem poznanych zależności.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
25	Ruch jednostajnie opóźniony	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu opóźnionym, w kolejnych jednakowych odstępach czasu, ciało przebywa coraz krótsze drogi 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu jednostajnie opóźnionym wartość prędkości w równych odstępach czasu maleje jednakowo, wie, że drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym aż do zatrzymania się, oblicza się jak pole powierzchni pod wykresem $v(t)$, potrafi obliczyć tę drogę, wie, co to znaczy, że ruch jest niejednostajnie zmienny 	<ul style="list-style-type: none"> umie sporządzić wykres $v(t)$ dla ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego, potrafi obliczyć każdą wielkość ze wzoru $s = \frac{1}{2} v_0 t$, jeśli zna dwie pozostałe 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić, dlaczego do opisu ruchu opóźnionego wprowadza się wielkość zwaną opóźnieniem
26, 27, 28, 29, 30	Lekcje powtórzeniowe i sprawdziany				

5. Siły w przyrodzie (11+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
31	Rodzaje i skutki oddziaływań	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wymienić różne rodzaje oddziaływań, na prostym przykładzie potrafi wykazać wzajemność oddziaływań, do opisu oddziaływań potrafi użyć pojęcia siły. 	<ul style="list-style-type: none"> na przykładach rozpoznaje oddziaływania bezpośrednie i na odległość, na przykładach rozpoznaje statyczne i dynamiczne skutki oddziaływań. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wymienić rodzaje oddziaływań na odległość i bezpośrednich, potrafi wskazać i nazwać źródła sił działających na ciało, potrafi w dowolnym przykładzie wskazać siły działające na ciało, narysować wektory tych sił, oraz podać ich cechy. 	<ul style="list-style-type: none">
32	Trzecia zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zmierzyć siły wynikające z wzajemnego oddziaływania ciał i stwierdzić, że mają jednakowe wartości. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że siły wzajemnego oddziaływania ciał mają jednakowe wartości, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia, zna nazwę „zasada akcji i reakcji”. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wypowiedzieć trzecią zasadę dynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wektorowo zapisać trzecią zasadę dynamiki.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
33	Wypadkowa sił działających na ciało. Siły równoważące się	<ul style="list-style-type: none"> w doświadczeniu potrafi odczytać wartości sił składowych i wartość siły wypadkowej, wie, że dwie siły działające na ciało równoważą się, gdy mają taki sam kierunek, taką samą wartość i przeciwne zwroty. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi znaleźć graficznie wypadkową dwóch sił o tym samym kierunku i jednakowym lub przeciwnym zwrocie, potrafi znaleźć graficznie siłę równoważącą inną siłę. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi znaleźć siłę wypadkową kilku sił działających wzdłuż jednej prostej, potrafi narysować siłę równoważącą kilka sił działających wzdłuż jednej prostej. 	wie, że równowagę sił działających wzdłuż dwóch prostych prostopadłych należy rozpatrywać oddzielnie dla każdej prostej
34	Pierwsza zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> w prostych przykładach, dla ciała spoczywającego potrafi wskazać siły działające na to ciało i równoważące się, wie, że ciało porusza się ruchem jednostajnym, gdy siły działające na nie równoważą się. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że słowo „bezwładność” ma dwa znaczenia: jest to zjawisko i jest to cecha ciała, wie, na czym polega zjawisko bezwładności, zna związek bezwładności z masą ciała, rozumie treść pierwszej zasady dynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki do wyjaśniania zjawisk z własnego otoczenia. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że siły równoważące się mogą być różnej natury, potrafi wskazać naturę danej siły.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
35	Uzupełnienie wiadomości o sile ciężkości. Siła sprężystości	<ul style="list-style-type: none"> potrafi naszkicować siłę ciężkości działającą na ciało, potrafi zastosować pierwszą zasadę dynamiki do obciążnika zawieszonego na sprężynie i do ciała spoczywającego na podłożu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że siłę ciężkości przyciepamy w środku ciężkości ciała, wie, że siła sprężystości to siła, która stara się przywrócić sprężynie początkowy kształt i rozmiar, wie, że siła sprężystości jest wprost proporcjonalna do wydłużenia sprężyny, wie, że budując siłomierz wykorzystaliśmy powyższą właściwość siły sprężystości, wie, że jeśli ciało spoczywa na podłożu, to podłoże działa na ciało siłą sprężystości. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi określić położenie środka ciężkości ciała, wie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły, która działa na sprężynę, potrafi zastosować trzecią zasadę dynamiki do oddziaływania obciążnika i sprężyny, na której ten obciążnik wisi, rozumie, że wskutek ściskania lub rozciągania ciała stałego pojawiają się w nim siły dążące do przywrócenia początkowych rozmiarów i kształtów, czyli siły sprężystości, rozumie, że wynikiem działania tych sił jest występowanie siły sprężystości podłoża i siły napięcia nici 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi stosować zasady dynamiki do rozwiązywania problemów, w których występują siły ciężkości i sprężystości.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
36	Siła oporu powietrza. Siła tarcia	<ul style="list-style-type: none"> wie, że na ciała poruszające się w powietrzu działa siła oporu powietrza, wie, że jedną z przyczyn występowania tarcia jest chropowatość stykających się powierzchni, potrafi wymienić niektóre sposoby zmniejszania i zwiększania tarcia. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość siły oporu powietrza wzrasta wraz z szybkością ciała, potrafi podać przykłady ciał, między którymi działają siły tarcia, wie, że tarcie występujące przy toczeniu ma mniejszą wartość niż przy przesuwaniu jednego ciała po drugim, potrafi podać przykłady pożytecznego i szkodliwego działania siły tarcia. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość siły tarcia zależy od rodzaju powierzchni trących i wartości siły nacisku. 	<ul style="list-style-type: none"> umie wyjaśnić zjawisko tarcia na podstawie oddziaływań międzycząsteczkowych, potrafi rozwiązywać jakościowe problemy dotyczące siły tarcia.
37	Siła parcia cieczy i gazów na ścianki zbiornika	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać wynik doświadczenia pokazującego rozchodzenie się ciśnienia w cieczach. 	<ul style="list-style-type: none"> zna prawo Pascala, potrafi opisać zasadę działania podnośnika i hydraulicznego hamulca samochodowego . 	<ul style="list-style-type: none"> na podstawie wzoru $F = pS$ potrafi uzasadnić, że wartość siły parcia na ściankę naczynia jest wprost proporcjonalna do powierzchni S tej ścianki. 	

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
38	Siła wyporu. Siła nośna	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wykonać doświadczenie (obciążnik na siłomierzu) wskazujące, że na ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu zwrócona do góry, wie, że na poruszający się z dużą szybkością samolot działa w górę siła nośna. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość siły wyporu działającej na ciało całkowicie zanurzone w cieczy zależy od gęstości tej cieczy, wie, że okręt pływa częściowo zanurzony, bo jego średnia gęstość jest mniejsza od gęstości wody. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że siła wyporu jest wypadkową sił parcia działających na poszczególne ściany ciała zanurzonego w cieczy, wie, że dla ciała pływającego jest spełniona pierwsza zasada dynamiki, potrafi wyjaśnić pochodzenie siły nośnej. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objasnić wielkości występujące we wzorze na wartość siły wyporu, potrafi uzasadnić fakt, że wartość siły parcia na dno prostopadłościennego klocka zanurzonego w cieczy jest większa od wartości siły działającej na górną powierzchnię tego klocka.
39, 40	Druga zasada dynamiki		<ul style="list-style-type: none"> wie, że pod działaniem stałej siły wypadkowej, zwróconej tak samo jak prędkość, ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym, wie, że wartość przyspieszenia ciała o masie m jest wprost proporcjonalna do wartości siły wypadkowej, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zapisać wzorem drugą zasadę dynamiki i obliczyć każdą z wielkości, jeśli zna dwie pozostałe, zna wymiar jednego niutona, przez porównanie wzorów $F_c = mg$ i $F = ma$ potrafi uzasadnić, że współczynnik g to wartość przyspieszenia, z jakim spadają ciała, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać zadania jakościowe i ilościowe.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
			<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość przyspieszenia ciała, na które działa wypadkowa siła o wartości F jest odwrotnie proporcjonalna do masy ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi korzystać ze wzorów $v = gt$, $s = \frac{1}{2}gt^2$. 	
41	Pęd. Zasada zachowania pędu	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykład zjawiska odrzutu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość pędu wyraża się wzorem $p = mv$, potrafi podać przykład zasady zachowania pędu dla układu dwóch ciał początkowo spoczywających. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że pęd jest wielkością wektorową, potrafi obliczyć każdą wielkość ze wzoru $p = mv$, jeśli zna pozostałe wielkości. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że ciała, które wzajemnie oddziałują nazywamy układem ciał wzajemnie oddziałujących, wie, że siły, którymi ciała na siebie wzajemnie oddziałują nazywamy siłami wewnętrznymi w układzie ciał, potrafi zapisać wektorowo zasadę zachowania pędu.
42, 43	Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian wiadomości i umiejętności				

6. Wyruszamy w kosmos (3 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
44	Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w ruchu jednostajnym po okręgu wartość prędkości (szybkość) jest stała a jej kierunek zmienia się, potrafi podać przykłady ruchu po okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> zna pojęcia: promień, okres obiegu, wie, że warunkiem ruchu po okręgu jest działanie siły wypadkowej zwróconej do środka tego okręgu, umie obliczyć szybkość korzystając ze wzoru $v = \frac{2\pi r}{T}$. 	<ul style="list-style-type: none"> umie narysować wektor prędkości ciała w dowolnym punkcie w ruchu po okręgu, umie narysować wektor siły dośrodkowej, potrafi przewidzieć, jak porusza się ciało w chwili, gdy przestaje na nie działać siła dośrodkowa. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objasnić działanie siły dośrodkowej na przykładach z życia codziennego, potrafi doświadczalnie wykazać, że wzrost wartości siły dośrodkowej przy $r = \text{const}$ oznacza wzrost wartości prędkości.
45	Ciążenie powszechne. Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wszystkie ciała przyciągają się wzajemnie, wie, że masa ciała nie zależy od miejsca, w którym się to ciało znajduje, wie, że planety krążą wokół Słońca i że Ziemia jest jedną z planet, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość siły grawitacji jest tym większa im większe są masy oddziaływujących ciał oraz tym mniejsza im bardziej oddalone są ciała, potrafi graficznie przedstawić siły grawitacji oddziaływujących ciał, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wartość siły ciężenia powszechnego jest wprost proporcjonalna do iloczynu mas oddziaływujących ciał i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać problemy związane z prawem powszechnego ciężenia, wie, jak okres obiegu planety wokół Słońca zależy od jej odległości od Słońca.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> wie, że naturalnym satelitą Ziemi jest Księżyc, wie, że obserwacje astronomiczne można prowadzić „okiem nieuzbrojonym” lub za pomocą lunet, teleskopów, wie, że Słońce jest gwiazdą. 	<ul style="list-style-type: none"> wie jakie obiekty występują w Układzie Słonecznym, potrafi podać podstawowe informacje o wybranej planecie, rozumie znaczenie odkryć Kopernika. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że do określania odległości w Układzie Słonecznym stosuje się jednostkę zwaną jednostką astronomiczną, rozumie, że w ruchu planet i satelitów siłą dośrodkową jest siła grawitacji, potrafi wyjaśnić kiedy zachodzi zaćmienie Słońca, Księżycza. 	
46	Inne obiekty astronomiczne. Loty kosmiczne	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wymienić obiekty astronomiczne, które można zobaczyć „okiem nieuzbrojonym” na nocnym oraz dziennym niebie. 	<ul style="list-style-type: none"> wie kiedy odbył się pierwszy lot człowieka w Kosmos i kiedy pierwszy człowiek lądował na Księżycu, wie co to jest rok świetlny, wie co to są gwiazdy, komety, meteory, meteoryty, wie, że nasza galaktyka to Droga Mleczna. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić co to są czarne dziury, pulsary, planetoidy, zna zasadę działania silnika rakietowego. 	<ul style="list-style-type: none"> zna założenia teorii Wielkiego Wybuchu.

7. Praca. Moc. Energia mechaniczna (6+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
47	Praca i jej jednostki	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w sensie fizycznym praca wykonana jest wówczas gdy działaniu siły towarzyszy przemieszczenie lub odkształcenie ciała, rozpoznaje przykłady wykonywania pracy mechanicznej, wie, że jednostką pracy jest 1 J. 	<ul style="list-style-type: none"> umie obliczać pracę ze wzoru $W = F \cdot s$, gdy kierunek i zwrot stałej siły jest zgodny z kierunkiem i zwrotem przemieszczenia, zna definicję 1J, potrafi wyrazić 1J przez jednostki podstawowe układu SI. 	<ul style="list-style-type: none"> poprawnie posługuje się poznanym wzorem na pracę (jest świadom jego ograniczeń), znając wartość pracy potrafi obliczyć wartość F lub s, wie, że gdy siła jest prostopadła do przemieszczenia to praca wynosi zero, zna i umie przeliczać jednostki pochodne. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi sporządzić wykres $F(s)$ dla $F = \text{const}$, potrafi z wykresu $F(s)$ obliczać pracę wykonaną na dowolnej drodze, odróżnia pracę wykonywaną przez siłę równoważącą daną siłę (np. siłę grawitacji, sprężystości) od pracy tej siły.
48	Moc i jej jednostki	<ul style="list-style-type: none"> wie, że różne urządzenia mogą tę samą pracę wykonać z różną szybkością, tzn. mogą pracować z różną mocą, potrafi na prostych przykładach z życia codziennego rozróżniać urządzenia o większej i mniejszej mocy, wie, że jednostką mocy jest 1 W. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że o mocy decyduje praca wykonywana w jednostce czasu, potrafi obliczać moc korzystając z definicji, potrafi wyjaśnić co to znaczy, że moc urządzenia wynosi np. 20 W, zna jednostki pochodne 1 kW, 1 MW. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczać W lub t korzystając z definicji mocy, potrafi dokonywać przeliczeń jednostek. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać zadania korzystając z poznanych wzorów.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
49	Energia mechaniczna	<ul style="list-style-type: none"> wie, że praca wykonywana nad ciałem może być „zmagazynowana” w formie energii, rozumie, że ciało posiada energię gdy zdolne jest do wykonania pracy, wie, że jednostką energii jest 1J. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi na przykładach rozpoznać ciała zdolne do wykonania pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> rozumie pojęcie układu ciał, wie, jakie siły nazywamy wewnętrznymi a jakie zewnętrznymi, potrafi na przykładach wskazać źródła tych sił . 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zapisać równaniem zmianę energii mechanicznej układu, np. przyrost energii $\Delta E_m = W_z$.
50	Energia potencjalna. Energia kinetyczna	<ul style="list-style-type: none"> rozdziela ciała posiadające energię potencjalną ciężkości i potencjalną sprężystości, wie, że jeśli zmienia się odległość ciała od Ziemi, to zmienia się jego energia potencjalna ciężkości, wie, że energię kinetyczną posiadają ciała będące w ruchu, wie, że energia kinetyczna zależy od masy ciała i jego szybkości, 	<ul style="list-style-type: none"> rozumie sens tzw. poziomu zerowego energii, umie obliczać energię kinetyczną ciała: $E_k = \frac{m v^2}{2}$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć każdą z wielkości z równania $E_p = mgh$, wie, że zmiana energii potencjalnej zależy od zmiany odległości między ciałami a nie od toru po jakim poruszało się któreś z tych ciał, potrafi z równania $E_k = \frac{m v^2}{2}$ obliczyć masę ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć energię potencjalną grawitacji względem dowolnie wybranego poziomu zerowego, potrafi sporządzać wykres $E_p(h)$ dla $m = \text{const}$, potrafi z wykresu $E_p(h)$ obliczyć masę ciała, potrafi z równania $E_k = \frac{m v^2}{2}$ obliczyć szybkość ciała.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać przykłady ciał posiadających energię kinetyczną. 			
51	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> wie, że energia kinetyczna ciała może zamieniać się w energię potencjalną i odwrotnie, potrafi na podanym prostym przykładzie omówić przemiany energii. 	<ul style="list-style-type: none"> zna zasadę zachowania energii mechanicznej, potrafi ją poprawnie sformułować. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać przykłady praktycznego wykorzystywania przemian energii np. w działaniu kafara, zegara, łuku, potrafi stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania typowych zadań rachunkowych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać problemy wykorzystując zasadę zachowania energii.
52	Dźwignia jako urządzenie ułatwiające wykonywanie pracy	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać w swoim otoczeniu przykłady dźwigni dwustronnej, wie, że maszyny proste ułatwiają wykonywanie pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> zna warunek równowagi dźwigni dwustronnej, wie, że tyle razy „zyskujemy na sile” ile razy ramię siły działania jest większe od ramienia siły oporu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać zadania z zastosowaniem warunku równowagi dźwigni. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi odszukać informacje o innych maszynach prostych.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
53, 54	Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian wiadomości i umiejętności				

8. Przemiany energii w zjawiskach cieplnych (4+1 godzina)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
55	Zmiana energii wewnętrznej przez wykonanie pracy	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wykazać na przykładach, że jeżeli na skutek wykonania pracy nie wzrosła energia mechaniczna ciała, to wzrosła jego energia wewnętrzna, wie, że zmiana temperatury ciała świadczy o zmianie jego energii wewnętrznej, wie, że energię wewnętrzną wyrażamy w dżulach. 	<ul style="list-style-type: none"> rozumie pojęcie energii wewnętrznej, umie podać przykłady zmiany energii wewnętrznej ciała na skutek wykonywania pracy, wie, że temperatura ciała jest miarą średniej energii kinetycznej cząsteczek. 	<ul style="list-style-type: none"> rozumie dlaczego podczas ruchu z tarciem nie jest spełniona zasada zachowania energii mechanicznej, potrafi objaśnić kiedy energia wewnętrzna rośnie a kiedy maleje. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać zadania problemowe związane z przemianą energii mechanicznej w energię wewnętrzną oraz odwrotnie wie, że przy odkształceniach sprężystych energia wewnętrzna nie zmienia się.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
56	Ciepły przepływ energii. Pierwsza zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> wie, że po zetknięciu ciał następuje przepływ ciepła (energii) od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze, wie, że proces wymiany ciepła trwa do chwili wyrównania się temperatur, potrafi wskazać przykłady przewodników i izolatorów ciepła oraz ich zastosowania, np. w biologii, budownictwie. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że ciepły przepływ energii może odbywać się przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie, potrafi wskazać odpowiednie przykłady, potrafi wskazać przykłady z życia, świadczące o słuszności pierwszej zasady termodynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi, korzystając z modelu budowy materii, objaśnić na czym polegają przewodzenie ciepła, rozumie pierwszą zasadę termodynamiki jako przykład zasady zachowania energii. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić, dlaczego w cieczech i gazach ciepły przepływ energii odbywa się głównie przez konwekcję.
57	Ciepło właściwe	<ul style="list-style-type: none"> wie, że do ogrzania 1 kg różnych substancji o 1 °C potrzeba dostarczyć różne ilości ciepła. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że ciepło właściwe wody wynosi $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ rozumie znaczenie dla przyrody dużej wartości ciepła właściwego wody. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczać każdą wielkość ze wzoru $Q = cm\Delta t$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć ciepło właściwe substancji, korzystając z wykresu $t(Q)$ dla danej masy, potrafi sporządzić bilans cieplny dla wody i obliczyć szukaną wielkość.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
58	Przemiany energii podczas topnienia, krzepnięcia, parowania i skraplania	<ul style="list-style-type: none"> wie, że aby ciało mogło ulec stopieniu musi mieć temperaturę topnienia i musi pobierać energię, wie, że aby zachodziło zjawisko krzepnięcia, ciało musi mieć temperaturę krzepnięcia i musi oddawać energię wie, że podczas parowania (wrzenia) ciało musi pobierać energię a podczas skraplania oddawać energię. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że woda pobiera do stopienia bardzo dużą ilość ciepła (335 kJ do stopienia 1 kg), potrafi wyjaśnić znaczenie tego faktu w przyrodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objaśnić dlaczego podczas topnienia i krzepnięcia temperatura pozostaje stała mimo zmiany energii wewnętrznej ciała, potrafi objaśnić na co wykorzystywana jest energia dostarczana podczas parowania i wrzenia, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zinterpretować wykres zależności temperatury od dostarczonego ciepła, uwzględniający zmiany stanu substancji.
59	Sprawdzenie wiadomości i umiejętności				

9. 0 drganiach i falach (4+1 godzina)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
60	Ruch drgający. Wahadło	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać w najbliższym otoczeniu przykłady ciał wykonujących ruch drgający, zna pojęcia: położenie równowagi, wychylenie, wie kiedy drgania są gasnące, wie, że okres wahadła matematycznego zależy od jego długości. 	<ul style="list-style-type: none"> zna pojęcia służące do opisu ruchu drgającego (amplituda, okres, częstotliwość) i rozumie ich znaczenie, wie, w jakich jednostkach wyrażamy te wielkości, potrafi wyjaśnić co to znaczy, że częstotliwość drgań wynosi np. 15 Hz, rozumie, że dla podtrzymania ruchu drgającego należy ciału dostarczać energii, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć okres drgań gdy znana jest częstotliwość i odwrotnie, zna związek między długością wahadła i jego okresem, wie, na czym polega izochronizm wahadła, rozumie co należy zrobić aby wyregulować zegar wahadłowy, który się opóźnia lub spieszy. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać zmiany szybkości ciała w ruchu drgającym, potrafi uzasadnić dlaczego ciała drgające porusza się na przemian ruchem przyspieszonym lub opóźnionym.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
61	Fala sprężysta	<ul style="list-style-type: none"> wie, że fale sprężyste nie mogą rozchodzić się w próżni, wie, że dobiegająca do przeszkody fala może być odbita lub pochłonięta. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że szybkość rozchodzenia się fali jest stała w danym ośrodku, odróżnia ruch fali od ruchu drgającego cząsteczek biorących udział w ruchu falowym, wie, kiedy fala jest poprzeczna a kiedy podłużna. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić na przykładzie, dlaczego fale przenoszą energię a nie masę, poprawnie postępuje się pojęciami: długość fali, szybkość rozchodzenia się fali, grzebień i dolina fali, potrafi wyjaśnić i stosować wzory: $\lambda = \frac{v}{f}$, oraz $\lambda = v \cdot T$, poprawnie postępuje się pojęciem: kierunek rozchodzenia się fali. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że fale podłużne mogą się rozchodzić w ciałach stałych, cieczech i gazach, a fale poprzeczne tylko w ciałach stałych, stosuje poznane zależności do rozwiązywania problemów.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
62	Fale dźwiękowe	<ul style="list-style-type: none"> wie, że źródłem dźwięków wydawanych przez człowieka są struny głosowe, wie, że fale dźwiękowe nie mogą rozchodzić się w próżni, wie, z jaką szybkością porusza się fala głosowa w powietrzu, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że źródłem dźwięków są ciała drgające (struny, drgające słupy powietrza, membrany głośników), wie, że człowiek słyszy drgania o częstotliwości 16 Hz – 20000 Hz, wie, że dźwięk może być zapisany na taśmie magnetycznej lub płycie CD 	<ul style="list-style-type: none"> wie, jakie wielkości charakteryzujące dźwięk można mierzyć a jakie są rozpoznawalne przez ucho, wie, że fale dźwiękowe są falami podłużnymi i mogą rozchodzić się tylko w ośrodkach sprężystych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi naszkicować wykresy obrazujące drgania cząstek ośrodka, w którym rozchodzą się dźwięki wysokie i niskie, głośne i ciche.
		<ul style="list-style-type: none"> rozumie pojęcie szybkości ponaddźwiękowej. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wysokość dźwięku wzrasta wraz z częstotliwością drgań, wie, że im większa jest amplituda drgań tym głośniejszy jest dźwięk. 		

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
63	Echo i pogłos. Ultradźwięki	<ul style="list-style-type: none"> wie, jak powstaje echo, wie, jaką rolę pełni błona bębenkowa ucha, rozumie, że zbyt głośna muzyka lub hałas mogą spowodować trwałe uszkodzenie słuchu, 	<ul style="list-style-type: none"> wie co to są infradźwięki i ultradźwięki, wie, kiedy powstaje pogłos, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać zastosowania ultra- i infradźwięków, 	<ul style="list-style-type: none"> wie co jest jednostką poziomu natężenia dźwięków, zna pojęcia próg słyszalności i próg bólu.
64	Sprawdzenie wiadomości i umiejętności				

10. 0 elektryczności statycznej (6+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
65	Elektryzowanie ciał przez tarcie. Oddziaływanie ciał naelektryzowanych	<ul style="list-style-type: none"> potrafi naelektryzować ciało przez tarcie, wie, że są dwa rodzaje ładunków elektrycznych „+” i „-”, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że ciała naelektryzowane jednoimiennie odpychają się a naelektryzowane różnoimiennie przyciągają się, wie, że przez tarcie ciała elektryzują się różnoimiennie, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać w otoczeniu zjawiska elektryzowania ciał przez tarcie, potrafi narysować wektory sił oddziałujących na siebie punktowych ciał naelektryzowanych, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi doświadczalnie stwierdzić stan naelektryzowania ciała, wie, jakie są nośniki ładunków w elektrolitach i zjonizowanych gazach.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> wie, że jednostką ładunku elektrycznego jest 1 C, wie, że ładunki oddziałują silniej gdy są bliżej siebie i gdy mają większą wartość, wie, że atom zbudowany jest z protonów, neutronów i elektronów, wie, że elektrony mają elementarny ładunek ujemny, protony dodatni a neutrony są elektrycznie obojętne. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że przy elektryzowaniu ciał przez tarcie następuje przemieszczenie elektronów z jednego ciała na drugie, potrafi opisać jak zbudowany jest atom, wie, że ciało naelektryzowane ujemnie posiada nadmiar elektronów a naelektryzowane dodatnio posiada niedobór elektronów. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić zjawisko elektryzowania ciał przez tarcie na podstawie elektrycznej budowy materii, wie, jak powstają jony dodatnie i ujemne. 	
66	Przewodniki i izolatory	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykłady przewodników i izolatorów. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w przewodnikach są elektrony „swobodne” a w izolatorach „związane”. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić podział ciał na przewodniki i izolatory, na podstawie ich wewnętrznej budowy, wie, jak rozmieszcza się ładunek elektryczny w przewodniku a jak w izolatorze. 	

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
67	Elektryzowanie przez indukcję oraz przez dotknięcie ciałem naelektryzowanym.	<ul style="list-style-type: none"> potrafi korzystać z elektroskopu przy badaniu czy ciało jest naelektryzowane, wie, że ciało elektrycznie obojętne ma tyle samo ładunków dodatnich co ujemnych, zna zasadę działania piorunochronu, zna niebezpieczeństwa związane z występowaniem zjawisk elektrycznych w przyrodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> zna budowę i zasadę działania elektroskopu, potrafi wyjaśnić elektryzowanie ciał przez dotknięcie ciałem naelektryzowanym, wie, na czym polega zjawisko indukcji elektrostatycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> zna i umie stosować zasadę zachowania ładunku elektrycznego, zna mechanizm zobojętniania ciał naelektryzowanych (metali i dielektryków), potrafi wyjaśnić mechanizm przyciągania drobnych ciał (nitek, skrawków papieru, kurzu) przez ciało naelektryzowane. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać problemy dotyczące elektryzowania ciał i zasady zachowania ładunku, potrafi określić znak ładunku ciała naelektryzowanego przez zbliżenie go do naelektryzowanego elektroskopu, potrafi wyjaśnić mechanizm wyładowań atmosferycznych.
68	Pole elektrostatyczne	<ul style="list-style-type: none"> wie, że źródłem pola elektrostatycznego są naładowane ciała, wie, że ciało o większym ładunku wytwarza silniejsze pole. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w polu elektrostatycznym na ładunek działa siła elektryczna, wie, że wartość tej siły jest tym większa, im silniejsze jest pole i im większy ładunek, potrafi narysować linie pola punktowego ładunku dodatniego oraz ujemnego, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wytworzyć pole centralne i jednorodne, potrafi graficznie przedstawić pole jednorodne. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi graficznie przedstawić pole dwóch ładunków punktowych.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
69	Ruch ciała naelektryzowanego w polu elektrycznym		<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić po jakim torze porusza się w jednorodnym polu elektrycznym naelektryzowany pyłek, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym za pomocą wielkości kinematycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zastosować prawa dynamiki do ruchu naładowanej cząstki w polu elektrycznym
70	Napięcie elektryczne		<ul style="list-style-type: none"> wie, że jednostką napięcia jest 1 V. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że napięcie między punktami A i B obliczamy ze wzoru $U_{AB} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$, potrafi obliczyć napięcie, używając tego wzoru. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że napięcie między dwoma punktami pola zależy od odległości między tymi punktami i od tego jak silne jest pole.
71, 72	Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian wiadomości i umiejętności				

11. O prądzie elektrycznym (8+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
73	Prąd elektryczny w metalach. Napięcie elektryczne przyczyną przepływu prądu w przewodniku	<ul style="list-style-type: none"> wie, że napięcie panujące między końcami przewodnika jest warunkiem przepływu prądu, wie, że do pomiaru napięcia służy woltomierz, wie, jaki jest umowny kierunek prądu, wie, że jednostką napięcia jest 1V. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić na czym polega przepływ prądu w metalach, potrafi wymienić skutki przepływu prądu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że dzięki napięciu przyłożonemu do końców przewodnika, siły pola wykonują pracę $W = U \cdot q$, wie na czym polega przepływ prądu w cieczech i gazach. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi omówić szczegółowo skutki przepływu prądu.
74	ródła napięcia. Obwód elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wymienić źródła napięcia (ogniwo, akumulator, prądnica), zna symbole elementów obwodów elektrycznych, umie zbudować prosty obwód według schematu, zna zasady bezpiecznego użytkowania odbiorników energii elektrycznej, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi narysować schemat obwodu składającego się z danych elementów, umie zmierzyć napięcie np. na zaciskach źródła, potrafi wskazać kierunek prądu w obwodzie i wie, że na schematach zaznacza się kierunek umowny, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zmierzyć napięcie na dowolnym elemencie obwodu elektrycznego, 	

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
75	Natężenie prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> wie, że jednostką natężenia prądu elektrycznego jest 1 A, wie, że natężenie mierzy się amperomierzem, umie zbudować prosty obwód według schematu i dokonać pomiaru natężenia prądu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczać natężenie korzystając ze wzoru $I = \frac{q}{t}$, wie, że 1 A = 1 C/1 s, potrafi zmierzyć natężenie prądu w dowolnym punkcie obwodu. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczać każdą wielkość ze wzoru $I = \frac{q}{t}$, wie, jak jest zbudowany i do czego służy bezpiecznik. 	<ul style="list-style-type: none"> zna jednostki ładunku 1 Ah, 1 As i umie je przeliczać.
76, 77	Prawo Ohma. Opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wzrost napięcia między końcami przewodnika powoduje wzrost natężenia płynącego w nim prądu elektrycznego, wie, że opór elektryczny jest wielkością charakteryzującą przewodnik, wie, że jednostką oporu elektrycznego jest 1 Ω. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić prawo Ohma, zna definicję oporu elektrycznego, wie, że $1\Omega = \frac{1V}{1A}$, wie od czego zależy opór przewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przedstawić na wykresie zależność $I(U)$, potrafi rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem prawa Ohma, potrafi obliczać opór korzystając z wykresu $I(U)$. 	<ul style="list-style-type: none"> wie w jaki sposób opór elektryczny przewodnika zależy od jego długości i pola przekroju poprzecznego, wie i potrafi uzasadnić, dlaczego opór elektryczny zależy od temperatury przewodnika.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopemijające Uczeń:
78	Połączenie szeregowe odbiorników elektrycznych	<ul style="list-style-type: none"> potrafi zbudować (zgodnie ze schematem) obwód odbiorników połączonych szeregowo, potrafi obliczyć opór zastępczy oporników połączonych szeregowo ze wzoru $R = R_1 + R_2 + \dots$ 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi narysować schemat obwodu odbiorników połączonych szeregowo, wie, że dla odbiorników połączonych szeregowo $U = U_1 + U_2 + \dots$, wie, że natężenie w dowolnym punkcie obwodu szeregowego jest jednakowe, potrafi wyjaśnić dlaczego w oświetleniu choinkowym stosuje się połączenie szeregowo. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi rozwiązywać zadania stosując poznane zależności między I, U, R. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić dlaczego $R = R_1 + R_2 + R_3$.
79	Połączenie równoległe odbiorników elektrycznych	<ul style="list-style-type: none"> wie, że w domowej instalacji elektrycznej stosuje się połączenie równoległe, wie, w jakim celu używa się przewodu „zerującego”. 	<ul style="list-style-type: none"> zna i potrafi stosować I prawo Kirchhoffa, potrafi zbudować obwód odbiorników połączonych równoległe, wie, że napięcie na zaciskach odbiorników połączonych równoległe jest jednakowe. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczać opór zastępczy układu odbiorników połączonych równoległe, potrafi zapisać prawo Kirchhoffa dla dowolnego węzła sieci. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi obliczyć opór zastępczy dla połączenia mieszanego, potrafi wyjaśnić dlaczego w połączeniu równoległym odbiorników $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
80	Praca i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> • wie, że prąd elektryczny wykonuje pracę, • wie, że jednostką pracy jest 1 J i 1 kWh, • potrafi odczytać zużytą energię elektryczną na liczniku, • wie, że niesprawne urządzenie elektryczne może być przyczyną zwarcia w instalacji elektrycznej, prowadzić do powstania pożaru, • wie, że najczęściej stosowanymi jednostkami mocy jest 1W i 1kW, • rozumie potrzebę oszczędzania energii elektrycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • potrafi obliczyć pracę z zależności $W = U I t$, • wie, że $1J = 1V \cdot 1A \cdot 1s$, • potrafi opisać przemiany energii we wskazanych odbiornikach energii elektrycznej: grzałka, silnik odkurzacz, żarówka, • potrafi obliczać moc z równania $P = UI$. 	<ul style="list-style-type: none"> • potrafi obliczyć każdą wielkość z ze wzoru $W = U I t$ • potrafi na podstawie danych z tabliczki znamionowej urządzenia elektrycznego obliczyć np. natężenie prądu, opór odbiornika, • potrafi w obwodzie prawidłowo umieścić bezpiecznik i licznik energii. 	<ul style="list-style-type: none"> • potrafi rozwiązywać złożone problemy rachunkowe wykorzystując związki między wielkościami: W, U, I, t, R, q, • potrafi rozwiązywać problemy związane z przemianami energii w odbiornikach elektrycznych.
81, 82	Lekcja powtórzeniowa. Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

12. 0 zjawiskach magnetycznych (6+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
83	Pole magnetyczne Ziemi i magnesów trwałych	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wokół Ziemi i magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne, wie, że są dwa rodzaje biegunów magnetycznych N i S i występują one parami, wie jak oddziałują ze sobą bieguny magnetyczne, wie, że namagnesowanie materiału może służyć do zapisu danych (twarde dyski, dyskietki, kasety, urządzenia z paskiem magnetycznym). 	<ul style="list-style-type: none"> wie, z jakich substancji wykonuje się magnesy trwałe, potrafi wykorzystać igłę magnetyczną do zbadania pola magnetycznego np. magnesu sztabkowego, wie, że każda część podzielonego magnesu staje się magnesem, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić dlaczego żelazo w polu magnetycznym zachowuje się jak magnes, wie, że oddziaływanie magnesów odbywa się za pośrednictwem pól magnetycznych, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyszukać i zaprezentować wiadomości o magnetyzmie ziemskim. potrafi odszukać informacje o magnetycznym zapisie informacji
84	Pole magnetyczne przewodnika z prądem	<ul style="list-style-type: none"> wie, że wokół przewodnika z prądem istnieje pole magnetyczne, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi określić bieguny magnetyczne zwojnicy z prądem, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy jest jednorodne, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przedstawić graficznie pole przewodnika prostoliniowego i kołowego,

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> wie, że elektromagnes zbudowany jest ze zwojnicy i umieszczonego w niej rdzenia ze stali miękkiej, wie, że elektromagnes wytwarza silne pole magnetyczne gdy w jego zwojnicy płynie prąd. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu sztabkowego i zwojnicy z prądem, potrafi zbudować elektromagnes. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić dlaczego rdzeń elektromagnesu wykonany jest ze stali miękkiej. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyszukać i ciekawie zaprezentować informacje o zastosowaniach elektromagnesów (np.: dzwonek, słuchawka, głośnik).
85	Siła elektrodynamiczna	<ul style="list-style-type: none"> wie, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła, wie, że w silniku elektrycznym energia elektryczna zamienia się w energię mechaniczną, potrafi podać przykłady urządzeń z silnikiem elektrycznym, zna zasady bezpiecznego postępowania się odbiornikami energii elektrycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> wie od czego zależy zwrot i wartość siły elektrodynamicznej, wie, że w silnikach elektrycznych i miernikach wykorzystuje się oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, jak zwrot siły elektrodynamicznej zależy od kierunku prądu i zwrotu linii pola, potrafi opisać zasadę działania silnika elektrycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> zna zasadę działania mierników elektrycznych.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
86	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> wie, że prąd indukcyjny powstaje w obwodzie znajdującym się w zmiennym polu magnetycznym, umie zbudować prosty obwód i wzbudzić w nim prąd indukcyjny za pomocą magnesu sztabkowego. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, jakie przemiany energii zachodzą w prądnicach. 	<ul style="list-style-type: none"> zna różne sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego, potrafi określić zwrot prądu indukcyjnego w zwojnicy. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi skorzystać z zasady zachowania energii do wyjaśnienia zjawiska indukcji elektromagnetycznej.
87	Prądnicą prądu przemiennego. Transformator	<ul style="list-style-type: none"> potrafi omówić budowę transformatora, wie, kiedy transformator obniża a kiedy podwyższa napięcie, wie, że domowa instalacja elektryczna zasilana jest prądem przemiennym, wie, że symbol ~ oznacza, że urządzenie należy zasilac prądem zmiennym. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że prąd przemienny to taki, którego natężenie i kierunek zmienia się okresowo, rozumie co oznacza napis 50 Hz na tabliczce znamionowej urządzenia, zna zasadę działania transformatora, wie, o czym informuje nas przekładnia transformatora. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że moce w obydwu uzwojeniach transformatora (idealnego) są równe i potrafi to uzasadnić korzystając z zasady zachowania energii, potrafi rozwiązywać zadania z wykorzystaniem zależności $\frac{U_w}{U_p} = \frac{n_w}{n_p}$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi opisać budowę prądnicy i umie wyjaśnić zasadę jej działania, zna związek między okresem i częstotliwością prądu przemiennego, wie, w jaki sposób przesyła się prąd elektryczny na duże odległości.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
88	Fale elektromagnetyczne i ich wykorzystanie do przesyłania informacji	<ul style="list-style-type: none"> wie, że fale elektromagnetyczne rozchodzą się także w próżni, wie, że jednym z rodzajów fal elektromagnetycznych są fale świetlne, wie, jak na organizm człowieka działa promieniowanie podczerwone i ultrafioletowe. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że fale elektromagnetyczne przenoszą energię, zna szybkość fali elektromagnetycznej w próżni, rozumie pojęcie widma fal elektromagnetycznych potrafi podać przykłady fal o różnych długościach, wie, że promieniowanie ultrafioletowe i podczerwone należy do widma fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> zna własności fal elektromagnetycznych, potrafi wskazać przykłady urządzeń wykorzystujących różne rodzaje fal elektromagnetycznych, wie, jaką rolę pełni warstwa ozonowa w atmosferze i rozumie potrzebę jej ochrony. 	<ul style="list-style-type: none"> rozdziela na czym polega przekazywanie informacji (np. głosu lub obrazu) metodą analogową i cyfrową.
89, 90	Lekcja powtórzeniowa. Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

13. Optyka, czyli nauka o świetle (8+2 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
91	różła światła. Prostoliniowe rozchodzenie się światła	<ul style="list-style-type: none"> umie podać przykłady źródeł światła, wie, że światło przenosi energię, wie, że światło w ośrodku jednorodnym optycznie rozchodzi się po liniach prostych, wie, że światło rozchodzi się w próżni i w ośrodkach przezroczystych. 	<ul style="list-style-type: none"> umie podać doświadczalne przykłady potwierdzające prostoliniowość rozchodzenia się światła, umie wyjaśnić powstawanie cienia. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że największą szybkość ma światło w próżni, zna jej wartość. 	
92	Odbicie światła. Obrazy w zwierciadle płaskim	<ul style="list-style-type: none"> wie, że światło odbija się od powierzchni gładkich, wie, że na powierzchni chropowatej światło rozprasza się, umie na rysunku wskazać kąt padania i kąt odbicia, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi określić kąt padania i odbicia, zna prawo odbicia światła, wie, że w zwierciadle płaskim powstaje obraz pozorny, prosty, tej samej wielkości co przedmiot. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi uzasadnić, dlaczego na powierzchni chropowatej światło się rozprasza, potrafi skonstruować obraz punktu w zwierciadle płaskim. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi skonstruować obraz dowolnej figury w zwierciadle płaskim.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> potrafi wskazać zastosowania zwierciadeł płaskich. 			
93	Zwierciadła kuliste	<ul style="list-style-type: none"> umie rozpoznać zwierciadło kuliste wklęsłe i wypukłe. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, co to jest ognisko, ogniskowa i promień krzywizny zwierciadła, potrafi wskazać zastosowania zwierciadeł kulistych. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przedstawić bieg wiązki równoległej do osi optycznej po odbiciu od zwierciadła kulistego wklęsłego i wypukłego, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle wklęsłym, potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że zwierciadło wypukłe ma ognisko pozorne.
94	Zjawisko załamania światła	<ul style="list-style-type: none"> wie, że na granicy dwóch ośrodków przezroczystych światło załamuje się i zmienia kierunek rozchodzenia się, potrafi podać przykłady występowania zjawiska załamania światła, umie na rysunku wskazać kąt padania i kąt załamania światła. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że dla kąta padania 0° kąt załamania wynosi także 0°, wie, że światło przechodząc z jednego ośrodka do drugiego załamuje się do normalnej, gdy $v_2 < v_1$, i od normalnej, gdy $v_2 > v_1$. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi narysować bieg promienia przez kilka różnych ośrodków, wie, co to znaczy, że światło jest monochromatyczne, wie, że źródłem takiego światła jest laser 	<ul style="list-style-type: none"> wie, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, wie, że zostało ono wykorzystane w światłowodach do przesyłania informacji.
95	Przejście światła białego przez pryzmat. Barwy	<ul style="list-style-type: none"> wie, że światło białe jest złożeniem światła o różnych barwach, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że załamaniu światła białego w pryzmacie towarzyszy rozszczepienie, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi przedstawić graficznie zjawisko załamania światła w pryzmacie, 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wytłumaczyć na czym polega widzenie barwne,

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> wie, dlaczego latem nosimy na ogół jasne ubrania a zimą ciemne. 	<ul style="list-style-type: none"> umie podać przykłady tego zjawiska w przyrodzie (tęcza). 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić dlaczego światło białe ulega rozszczepieniu. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, jak i po co stosuje się filtry optyczne, potrafi wyjaśnić dlaczego niebo jest błękitne.
96	Soczewki skupiające i rozpraszające	<ul style="list-style-type: none"> wie, że soczewki mogą skupiać lub rozpraszać światło, zna pojęcia: główna oś optyczna, ognisko, ogniskowa. 	<ul style="list-style-type: none"> umie przedstawić bieg wiązki równoległej do osi optycznej po przejściu przez soczewkę skupiającą, potrafi narysować bieg promieni charakterystycznych przy przejściu przez soczewkę skupiającą. 	<ul style="list-style-type: none"> umie obliczyć zdolność skupiającą soczewki. 	<ul style="list-style-type: none"> umie doświadczalnie wyznaczyć zdolność skupiającą soczewki.
97	Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek	<ul style="list-style-type: none"> potrafi za pomocą soczewki skupiającej otrzymać obrazy rzeczywiste, potrafi objaśnić zasadę działania oka, zna pojęcia odległość dobrego widzenia. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi konstruować obrazy otrzymane za pomocą soczewki skupiającej, zna cechy otrzymanych obrazów,. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi określić zasadę działania lupy i aparatu fotograficznego. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, jak można dokonywać korekcji wad wzroku, potrafi wyszukać informacje o innych przyrządach optycznych.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
98	Podsumowanie wiadomości o sposobach przekazywania informacji	<ul style="list-style-type: none"> wie, że informacje można przesyłać za pomocą dźwięku i fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> zna zasadę działania telefonu, potrafi wyjaśnić, na czym polega przesyłanie informacji przez radio, telewizję, telefon komórkowy i internet. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić, do czego używamy światłowodów, potrafi wyjaśnić, do czego służą satelity telekomunikacyjne. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi objasnić różnice między sygnałem analogowym i cyfrowym.
99, 100	Lekcja powtórzeniowa. Sprawdzian wiadomości i umiejętności				

15. Tajemniczy świat atomów (4 godziny)

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
101 102	Energia jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> wie, że podczas zmian stanów skupienia i w reakcjach chemicznych jądra atomowe nie ulegają zmianom, a w reakcjach jądrowych ulegają zmianom, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że między składnikami jądra działają siły jądrowe, potrafi wyjaśnić zapis np. ${}^1_1\text{H}$ i ${}^2_1\text{D}$, ${}^{235}_{92}\text{U}$ i ${}^{238}_{92}\text{U}$, 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że suma mas składników jądra jest większa od masy tego jądra (deficyt masy), wie, że spoczywająca cząstka o masie m posiada energię spoczynkową 	<ul style="list-style-type: none"> wie, na czym polega reakcja rozszczepienia, wie, że ważnym problemem energetyki jądrowej jest gospodarka odpadami promieniotwórczymi.

L.p.	Temat lekcji	Treści konieczne Uczeń:	Treści podstawowe Uczeń:	Treści rozszerzone Uczeń:	Treści dopełniające Uczeń:
		<ul style="list-style-type: none"> wie jak może być wykorzystana energia jądrowa. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi odszukać i zaprezentować informacje o źródłach zasilania elektrowni (paliwa kopalne, spiętrzona woda, wiatr, paliwo jądrowe). 	<p>wyrażającą się wzorem $E = mc^2$,</p> <ul style="list-style-type: none"> potrafi wyjaśnić emisję energii przy tworzeniu się jąder cięższych ($E = \Delta mc^2$), wie, że tak powstaje energia słoneczna. 	
103 104	Promieniotwórczość naturalna	<ul style="list-style-type: none"> umie podać przykłady pierwiastków promieniotwórczych, wie, że Maria Skłodowska-Curie wyjaśniła zjawisko promieniotwórczości oraz odkryła dwa pierwiastki polon i rad, wie o szkodliwości działania promieniowania jonizującego na organizm człowieka, wie, jak oznacza się pomieszczenia, zbiorniki zawierające substancje promieniotwórcze. 	<ul style="list-style-type: none"> zna rodzaje i właściwości promieniowania wysyłanego podczas rozpadu promieniotwórczego, potrafi podać pozytywne i negatywne przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego. 	<ul style="list-style-type: none"> potrafi podać przykłady wykorzystania izotopów promieniotwórczych np. w medycynie, technice, technologii żywności. 	<ul style="list-style-type: none"> umie wyjaśnić mechanizm rozpadu α, β i emisji promieniowania γ, wie, co to jest czas połowicznego rozpadu.

VII. Procedury osiągnięcia celów

Nauczanie fizyki według prezentowanego programu powinno się odbywać zgodnie z teorią kształcenia wielostronnego. Uczniowie powinni być systematycznie aktywizowani do przeprowadzania wszechstronnych operacji umysłowych.

Praca powinna przebiegać w różnych tokach nauczania, głównie w toku problemowym i podającym. W miarę możliwości nauczyciel powinien także stosować tok praktyczny i eksponujący.

W ramach toku podającego szczególnie przydatne będą metody:

- praca z książką,
- pogadanka,
- pokaz,
- opis.

Tok problemowy powinien być realizowany głównie poprzez takie metody, jak:

- dyskusja,
- metody sytuacyjne,
- metoda seminaryjna,
- metoda projektów.

Tok praktyczny w nauczaniu fizyki reprezentowany jest poprzez metody obserwacji i doświadczeń.

W zależności od treści nauczania nauczyciel powinien na każdej lekcji stosować różne metody. Świadome różnicowanie podczas lekcji metod nauczania, zdaniem M. Śnieżyńskiego⁴, aktywizuje uczniów, uatrakcyjnia zajęcia i przyczynia się do zrozumienia i trwalszego zapamiętania opracowanego materiału.

I tak np. pokaz może służyć inicjacji „burzy mózgow” prowadzącej do wskazania i nazwania zjawiska lub zjawisk występujących w pokazie. Praca z podręcznikiem może być wstępem do dyskusji, podczas której uczniowie wykorzystają zdobytą samodzielnie wiedzę, lub rozwiązywania problemów.

⁴ Marian Śnieżyński „Dialog Edukacyjny”, Wydawnictwo Naukowe PAT, 2001

Tok eksponujący związany z przeżywaniem i wyzwaniem stanów emocjonalnych może być połączony z zastosowaniem metod problemowych, np. dyskusji nad wynikami obserwacji.

Wśród szczególnie przydatnych metod opartych na toku podającym celowo nie wymieniono wykładu. Uważamy, że ze względu na trudności uczniów w koncentracji brak umiejętności wyselekcjonowania przez nich najistotniejszych elementów i brak umiejętności efektywnego notowania, w swojej konwencjonalnej postaci, wykład powinien być stosowany incydentalnie.

Znacznie użyteczniejszy na lekcjach fizyki może być wykład realizowany w sposób problemowo-programowany. W takim przypadku temat wykładu zostaje zamieniony w problem główny, a tezy – w problemy szczegółowe. Po udzieleniu odpowiedzi na każde pytanie-problem nauczyciel odwołuje się do uczniów, którzy mogą stawiać pytania i żądać powtórzenia niejasnych kwestii. Powstające sprzężenie zwrotne między nauczycielem i uczniami zapobiega powstawaniu luk i umożliwia natychmiastową weryfikację wiedzy.

Szczególą wartość w nauczaniu fizyki mają metody problemowe, które rozbudzają aktywność intelektualną uczniów, wyzwalają samodzielne i twórcze myślenie. Pracując takimi metodami nauczyciel pełni rolę inspiratora i doradcy w rozwiązywaniu trudniejszych kwestii. Nauczyciel powinien zadbać o jak najczęstsze stawianie uczniów w sytuacji problemowej i indywidualizowanie nauczania poprzez różnicowanie problemów dla poszczególnych grup uczniów w zależności od ich aktualnych możliwości intelektualnych.

Metody te są preferowane przez reformę edukacji. W nauczaniu fizyki te preferencje mogą się objawiać w szerszym stosowaniu metody sytuacyjnej. Powinna ona obejmować nie tylko sytuacje wymagające dokonywania obliczeń (zadania obliczeniowe opisujące pewną sytuację fizyczną), ale przede wszystkim sytuacje wymagających wyjaśniania, oceniania, przewidywania, poszukiwania argumentów itp. Nauczyciel powinien przy tym stwarzać uczniom możliwości do formułowania dłuższych wypowiedzi w języku fizyki, zwracając uwagę na poprawność merytoryczną i logiczną.

Zatrważające doniesienia o powszechnym w polskim społeczeństwie braku rozumienia czytanego tekstu nakładają na nauczycieli obowiązek stosowania metody polegającej na pracy z dostarczonym przez nauczyciela tekstem i prezentacją jego treści (metoda seminaryjna).

Według M. Śnieżyńskiego metoda ta posiada dużą wartość dydaktyczną, bo „uczy koncentracji uwagi, czytania ze zrozumieniem, poszerza zakres słownictwa, uczy odpowiedzialności za słowo”. Stosowanie tej metody w nauczaniu fizyki przyczyni się do ukształtowania umiejętności posługiwania się przez uczniów językiem fizyki, poprawnego definiowania wielkości fizycznych, odczytywania ich sensu fizycznego ze wzorów definicyjnych, ustalania zależności od innych wielkości fizycznych, poprawnego wypowiedzania treści praw fizycznych i zapisywania ich w języku matematyki, poprawnej interpretacji praw przedstawionych w matematycznej formie.

Podstawa programowa nakłada na nauczyciela fizyki obowiązek kształtowania umiejętności

- obserwacji i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych
- wykonywania doświadczeń fizycznych i prostych obserwacji astronomicznych, zapisywania i analizowania wyników oraz
- sporządzania i interpretacji wykresów.

Umiejętności te należy kształtować posługując się metodami toku praktycznego tj. pokazem połączonym z obserwacją oraz doświadczeniem. Doświadczenie powinno być przez uczniów zaplanowane, a po jego wykonaniu powinno nastąpić opracowanie i zaprezentowanie wyników. Ze względu na małą liczbę godzin fizyki, brak podziału na grupy i mizerne wyposażenie pracowni, skomplikowane doświadczenia, wymagające długiego czasu wykonywania i drogiej aparatury zastępuje się prostymi doświadczeniami z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku. Rodzaj wykorzystywanych materiałów nie wpływa na wartość naukową doświadczenia. Ważne jest natomiast jego staranne przygotowanie zarówno od strony metodycznej (uświadomienie celu, przedyskutowanie koncepcji doświadczenia, sformułowanie problemu, przedyskutowanie hipotez, weryfikacja hipotez i wyprowadzenie wniosków) jak i organizacyjnej (przygotowanie koniecznych przedmiotów, ustalenie formy pracy indywidualnej lub zespołowej).

W praktyce, ze względu na ograniczenia czasowe, na całym świecie realne doświadczenia fizyczne są zastępowane przez symulacje komputerowe lub doświadczenia sfilmowane. Jakkolwiek doświadczenie symulowane nigdy nie zastąpi doświadczenia realnego, dobrze przygotowany nauczyciel może je włączyć w problemowy tok nauczania z dużą korzyścią dla uczniów. Modelowa-

nie i symulacje komputerowe są nieocenione w realizacji treści dotyczących mikroświata i kosmologii czyli treści, które ze swej natury nie mogą być ilustrowane realnym doświadczeniem. Bezwzględnie konieczne jest jednak wykonanie chociaż kilku podstawowych doświadczeń z pełną obudową dydaktyczną. Proponujemy np.:

- badanie ruchu jednostajnego,
- sprawdzanie drugiej zasady dynamiki,
- wyznaczenie gęstości ciała stałego przez pomiar masy i objętości,
- sprawdzanie prawa Ohma.

Kluczowymi umiejętnościami kształtowanymi w zreformowanej szkole mają być „umiejętności efektywnego współdziałania w zespole i pracy w grupie, budowanie więzi międzyludzkich, podejmowanie indywidualnych i grupowych decyzji, skutecznego działania na gruncie zachowania obowiązujących norm; rozwiązywanie problemów w twórczy sposób; poszukiwanie, porządkowanie i wykorzystywanie informacji z różnych źródeł, odnoszenie do praktyki zdobytej wiedzy oraz tworzenie potrzebnych doświadczeń i nawyków; rozwoju osobistych zainteresowań”.

Wszystkie wymienione wyżej umiejętności mogą być kształtowane przy wykorzystaniu metody projektów. Według K. Chałas⁵ istota tej metody „zawiera się w samodzielnym podejmowaniu i realizacji przez uczniów określonych dużych przedsięwzięć na podstawie przyjętych wcześniej zasad, reguł i procedur postępowania”.

Projekty realizowane w praktyce szkolnej mogą być wykonywane indywidualnie i zespołowo. Mogą mieć charakter poznawczy (projekty typu „opisać”, „sprawdzić”, „odkryć”) lub praktyczny (typu „usprawnić”, „wykonać”, „wynaleźć”). Mogą także łączyć oba charaktery działania.

Według K. Chałas metoda projektów posiada wszechstronne walory edukacyjne:

- przyczynia się do wielostronnego kształcenia osobowości ucznia,
- przyczynia się do realizacji zadań zreformowanej szkoły poprzez kształtowanie umiejętności,
- wdraża uczniów do pracy naukowo-badawczej,

⁵ Krystyna Chałas „Metoda projektów i jej egzemplifikacja w praktyce”, Wydawnictwo Nowa Era, 2000.

- przyczynia się do rozwoju zainteresowań uczniów,
- posiada duże walory wychowawcze.

Ucząc fizyki staramy się wymagać od uczniów:

- samodzielnego wyszukiwania i gromadzenia materiałów, służących do opracowania wybranych zagadnień z fizyki lub tematów interdyscyplinarnych,
- korzystania z literatury popularno- naukowej,
- sporządzania konspektów, notatek i referatów na zadany temat.

Wszystkie te rodzaje aktywności uczniów mogą stanowić elementy realizacji metody projektów, którą nauczyciele fizyki powinni uwzględnić w swojej pracy. Prezentowany program nauczania daje takie możliwości. Oto propozycje tematów do zastosowania metody projektów:

- ródła energii XXI wieku
- Wykorzystanie fal elektromagnetycznych
- Przyrządy optyczne i ich zastosowania
- Za i przeciw energetyce jądrowej
- Poglądy starożytnych filozofów na budowę materii

Wymienione problemy mogą stanowić także tematykę szkolnych sesji popularnonaukowych.

Teoria kształcenia wielostronnego postuluje stosowanie wielu urozmaiconych środków dydaktycznych. W nauczaniu fizyki, oprócz tradycyjnego zestawu środków związanych głównie z wykonywaniem doświadczeń, ogromną rolę zaczyna odgrywać komputer. Interaktywne programy komputerowe indywidualizują nauczanie, np. pozwalają samodzielnie eksperymentować i opracowywać wyniki pomiarów. Głównym źródłem informacji dla uczniów staje się Internet. Osiągnięcia naukowe docierają do uczniów bez „pośredników”. Uczniowie nawet z najmniejszych miejscowości mogą się włączać do międzynarodowych badań astronomicznych (np. programu „Telescopes in Education” czy „Hands on Universe”).

Szkoła powinna wspierać nauczyciela w osiągnięciu założonych celów, stwarzając jak najlepsze warunki do wszechstronnej aktywności uczniów na lekcjach fizyki i zajęciach pozalekcyjnych przez:

- odpowiednie wyposażenie pracowni fizycznej,

- stworzenie uczniom możliwości pracy z komputerem (dostęp do Internetu),
- gromadzenia w bibliotece encyklopedii (także multimedialnych), poradników encyklopedycznych, leksykonów, literatury popularno-naukowej, czasopism popularno-naukowych (np. Świat nauki, Wiedza i Życie, Młody technik, Foton), kaset wideo z filmami edukacyjnymi.

Procedury szczegółowe charakterystyczne dla fizyki

1. Wszystkie wielkości fizyczne definiowane jako iloraz innych wielkości fizycznych (np. $R = \frac{U}{I}$, $v = \frac{s}{t}$, $\rho = \frac{m}{V}$ itp.) powinny być wprowadzane zgodnie z tą samą procedurą postępowania:

- badanie zależności między dwiema wielkościami fizycznymi
- sporządzanie wykresu na podstawie wyników doświadczenia,
- formułowanie prawa fizycznego ($I \sim U$, $s \sim t$, $m \sim V$),
- uświadomienie sobie przydatności nowej wielkości fizycznej (faza konceptualizacji wprowadzania wielkości fizycznej), sformułowanie sensu fizycznego nowej wielkości,
- zdefiniowanie nowej wielkości fizycznej

$$\text{np. } \frac{U}{I} = \text{const} \stackrel{\text{df}}{=} R; \quad \frac{s}{t} = \text{const} \stackrel{\text{df}}{=} v; \quad \frac{m}{V} = \text{const} \stackrel{\text{df}}{=} \rho,$$

- przyjęcie i obliczenie jednostki.
2. Kształtowanie kompetencji zwanej „znajomością zjawisk” powinno się odbywać w każdym przypadku zgodnie z jednakową procedurą postępowania:
 - odkrywanie i obserwacja zjawiska,
 - wprowadzenie pojęć fizycznych służących do opisu zjawiska,
 - opis obserwowanego zjawiska językiem fizyki,
 - wyjaśnienie zjawiska w oparciu o wcześniej poznane prawa fizyczne,
 - (ewentualnie) matematyczny opis zjawiska.
 3. Każdorazowo po sporządzeniu wykresu, w oparciu o wiedzę matematyczną ucznia, należy mu uświadomić jaka to funkcja matematyczna, jakie wielkości można odczytać z wykresu i jak oszacować niepewności pomiarowe.
 4. Przy każdej okazji należy posługiwać się całkowaniem graficznym np. obliczyć drogę z wykresu $v(t)$, obliczyć pracę z wykresu $P(t)$ itp.

5. Uczniowie powinni planować indywidualnie lub zespołowo doświadczenia (np. potwierdzające słuszność jakiegoś prawa fizycznego), przeprowadzać je, analizować i prezentować.
6. Uczniowie powinni samodzielnie planować i przeprowadzać proste doświadczenia domowe obrazujące przebieg zjawiska lub jego praktyczne zastosowanie, prezentować doświadczenie (lub wyniki) w klasie, oceniać niepewności pomiarowe, ewentualne błędy w postępowaniu i eliminować je.
7. Uczniowie powinni czytać teksty fizyczne (dostosowane do ich poziomu), porządkować zdobyte wiadomości ze względu na stopień ważności i strukturę, kontrolować stopień ich zrozumienia i zapamiętania.
8. Uczniowie powinni możliwie często zbierać informacje na wybrany temat korzystając z literatury młodzieżowej, popularno-naukowej, telewizji, internetu.
9. Uczniowie powinni prezentować przygotowaną wcześniej wypowiedź w oparciu o plan i materiał ilustracyjny. Powinni przy tym przestrzegać poprawności merytorycznej, precyzyjnego i zrozumiałego wyrażania myśli i wyznaczonego czasu wypowiedzi.
10. Uczniowie powinni wypowiadać się w formie pisemnej na wybrane tematy z fizyki.
11. Uczniowie powinni samodzielnie lub w zespole rozwiązywać drobne problemy jakościowe i ilościowe, prezentować je klasie, uczestniczyć w konstruktywnej dyskusji, precyzyjnie i jasno formułować myśli, analizować i eliminować popełniane błędy.
12. Do rozwiązywania typowych zadań fizycznych uczniowie powinni tworzyć i stosować konsekwentnie i ze zrozumieniem algorytmy postępowania.
13. Uczniowie powinni w formie ustnej, pisemnej przeprowadzać dyskusję wyników zadań o dużej wartości praktycznej.
14. W celu wdrożenia do samokształcenia i samokontroli uczniowie powinni samodzielnie rozwiązywać zadania ze standaryzowanych zbiorów zawierających poprawne odpowiedzi.
15. Uczniowie powinni w miarę możliwości korzystać z komputera (internetu, interaktywnych programów kształcących np. publikowanych na stronie www.zamkor.pl).

VIII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

Reforma oświaty kładzie nacisk na kształtowanie kompetencji kluczowych, niezbędnych człowiekowi w dorosłym życiu, niezależnie od rodzaju wykształcenia i wykonywanego zawodu. W nauczaniu fizyki sprawdzaniem i ocenianiem należy więc objąć nie tylko umiejętności związane ściśle z tym przedmiotem, ale także związane z jego walorami ogólnokształcącymi. Wiele ważnych osiągnięć może być ocenianych tylko opisowo i to w dłuższym czasie niż jeden semestr.

Tradycyjne odpytywanie przy tablicy powinno być zastąpione ocenianiem w trakcie dyskusji, bo nauczyciel nastawiony na sterowanie przebiegiem uczenia się uczniów nie powinien oddzielać sprawdzania i oceniania od nauczania.

Proponujemy następujące metody sprawdzania osiągnięć uczniów:

1. „Samosprawdzanie”, czyli samokontrola

- a) Uczeń rozwiązuje samodzielnie zadania ze standaryzowanych zbiorów zadań z podanymi odpowiedziami. Uczeń ocenia, jaki procent zadań potrafi rozwiązać.
- b) Uczeń pracuje samodzielnie z interaktywnymi programami komputerowymi i kontroluje liczbę koniecznych wskazówek i objaśnień, z których musi korzystać.
- c) Uczeń wykonuje doświadczenia domowe według instrukcji, omawia i ocenia wyniki.
- d) Uczeń przechowuje notatki dotyczące wyżej wymienionych działań i porównuje swoje osiągnięcia z nakładem włożonej pracy. (Notatki, np. wypełniony zeszyt ćwiczeń czy rozwiązania zadań mogą być także dla nauczyciela źródłem wiedzy o osiągnięciach ucznia).

2. Zbiorowa dyskusja

Podstawą do indywidualnych ocen uczniów może być dyskusja.

Inicjatorem dyskusji jest zwykle nauczyciel, ale może być nim także uczeń, który przeczytał lub zauważył coś dla niego niezrozumiałego, a mającego związek z opracowywanymi na lekcjach treściami. W tym drugim przypadku

nauczyciel powinien dopuszczać do dyskusji tylko wówczas, gdy uczeń jest do prezentacji problemu dobrze przygotowany.

Nauczyciel kieruje dyskusją, równocześnie notując uwagi o ważnych elementach w wystąpieniach poszczególnych uczniów.

3. Obserwacja uczniów w trakcie uczenia się

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów w zespole podczas pracy z tekstem i wykonywania doświadczeń, ich pomysły, wiedzę, umiejętności współpracy, zaangażowanie, talenty manualne. Ocenia uczniów w rolach lidera, sekretarza, prezentera.

4. Sprawdzanie i ocenianie prac pisemnych

- a) Nauczyciel sprawdza i ocenia wypracowania przygotowane na podstawie literatury popularno-naukowej, internetu, telewizji.
- b) Nauczyciel sprawdza i ocenia wyniki testów i sprawdzianów⁶.

5. Wszechstronna ocena prezentacji przygotowanych na podstawie jednego przeczytanego tekstu lub wielu różnych źródeł.

6. Sprawdzanie i ocenianie działalności praktycznej uczniów.

Ocenię podlegają projekty, doświadczenia, modele i zabawki wykonane samodzielnie przez uczniów.

⁶ „Biblioteka nauczyciela fizyki, zeszyt 5”, Zamkor, Kraków 2005

IX. Ścieżki edukacyjne

Ścieżka edukacyjna	Treści (wg <i>Podstawy Programowej</i>)	Zagadnienia
Edukacja filozoficzna	pkt 10. Przykłady podstawowych i ponadczasowych prawd filozoficznych jako części duchowego dziedzictwa ludzkości	<ul style="list-style-type: none"> • Poglądy starożytnych na budowę materii (dział „Cząsteczkowa budowa ciał”) • Poglądy starożytnych filozofów na budowę Wszechświata (dział „Wyruszamy w kosmos”)
Edukacja prozdrowotna	<p>pkt 1. Higiena osobista i otoczenia</p> <p>b) hałas, nadmierne nasłonecznienie</p> <p>c) pierwsza pomoc w najczęstszych przypadkach, zachowanie się w sytuacji katastrofy</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Skutki nadmiernego nasłonecznienia (dział „Optyka”) • Hałas jako zagrożenie dla zdrowia człowieka (dział „Drgania i fale”) • Fizyczne aspekty bezpiecznego użytkowania samochodu (dział „Jak opisujemy ruch”) • Zasady bezpiecznego posługiwania się urządzeniami elektrycznymi w gospodarstwie domowym (dział „Prąd elektryczny”) • Rola zbiorników wodnych w zapobieganiu powodziom (dział „Praca, moc, energia”)

Ścieżka edukacyjna	Treści (wg Podstawy Programowej)	Zagadnienia
	<p>pkt 3. Żywność i żywienie</p> <p>b) przechowywanie żywności</p> <p>pkt 4. Aktywność ruchowa</p> <p>b) wypoczynek bierny i czynny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rola promieniowania jonizującego w przechowywaniu żywności (dział „Tajemniczy świat atomów”) • Rola ruchu i aktywności fizycznej dla zdrowia (dział „Jak opisujemy ruch”)
Edukacja ekologiczna	pkt 4. Zagrożenia dla środowiska wynikające z produkcji i transportu energii	<ul style="list-style-type: none"> • Zagrożenia dla środowiska wynikające z produkcji i transportu energii (dział „Praca, moc, energia”) • Energetyka jądrowa – bezpieczeństwo i składowanie odpadów (dział „Tajemniczy świat atomów”)
Edukacja czytelnicza	<p>pkt 1. Dokumenty gromadzone w bibliotece i ich wartość informacyjna</p> <p>pkt 2. Podstawy projektowania i wykonywania różnych form komunikatów medialnych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji poszerzających i pogłębiających wiedzę fizyczną zdobywaną na lekcjach fizyki • Selekcjonowanie wiadomości, dokumentowanie i prezentowanie wiedzy zdobytej samodzielnie

Ścieżka edukacyjna	Treści (wg <i>Podstawy Programowej</i>)	Zagadnienia
Edukacja obronna	pkt 3. Uświadomienie uczniom znaczenia obrony cywilnej i wykształcenia właściwych zachowań w sytuacjach zagrożeń	<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie wiedzy fizycznej do zapobiegania katastrofom drogowym, pożarom i innym zagrożeniom (dz. „Kinematyka”, „Dynamika”, „Ciepło”, „Prąd elektryczny”) • Źródła promieniowania jądrowego i jego skutki (dz. „Energia jądrowa”)
Edukacja europejska		<ul style="list-style-type: none"> • Przykłady współpracy naukowej między Polską a innymi państwami europejskimi w dziedzinie fizyki
Kultura polska na tle tradycji śródziemnomorskiej		<ul style="list-style-type: none"> • Wielcy polscy fizycy i astronomowie

