

Marcin Braun  
Agnieszka Byczuk  
Krzysztof Byczuk  
Zuzanna Suwald  
Stanisław Suwald

# NOWE Zrozumieć fizykę.

Program nauczania  
dla liceum ogólnokształcącego  
i technikum



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.  
Warszawa 2024

## SPIS TREŚCI

I. Podstawowe założenia programu .....	3
II. Zadania szkoły umożliwiające prawidłową realizację programu.....	5
III. Cele kształcenia i wychowania.....	6
IV. Treści nauczania .....	7
V. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania .....	27
VI. Ocenianie osiągnięć ucznia .....	29

## I. Podstawowe założenia programu

Wszechstronne wykształcenie i ciągłe poszerzanie wiedzy stały się koniecznością. Wyraźnie widać to na rynku pracy, co zauważają także młodzi ludzie. Problemy związane ze znalezieniem dobrej pracy są ważnym tematem ich rozmów. Młodzi ludzie dążą do zdobycia rozległej wiedzy i umiejętności samodzielnego myślenia, by móc elastycznie dostosowywać się do wymagań na różnych stanowiskach pracy. Wykształcenie takich umiejętności i nawyków jest zadaniem współczesnej szkoły.

Trzeba także nauczyć młodzież korzystania z informacji dostępnych w internecie i wyrobić w niej zdolność obiektywnego jej oceniania. Jedynie solidna nauka, w tym przedmiotów ścisłych, może powstrzymać rozprzestrzenianie się tzw. postprawdy. Musimy własnym przykładem i postawą inicjować u młodzieży umiejętność krytycznej oceny informacji znajdujących w mediach.

Fizyka i astronomia to dwie spośród podstawowych dziedzin nauki, w których ostatnio dokonano wielu odkryć. Bardzo ważnym obowiązkiem szkoły jest zwrócenie uwagi uczniów na związki między fizyką a innymi przedmiotami. Młody człowiek kończący liceum powinien mieć świadomość, że największe współczesne odkrycia są efektem umysłowego wysiłku specjalistów z wielu dyscyplin naukowych.

Fizyce i astronomii trzeba przywrócić charakter przedmiotów przyrodniczych, zajmujących się odkrywaniem, badaniem i wyjaśnianiem zjawisk zachodzących w całym Wszechświecie, od najodleglejszych i największych galaktyk do najmniejszych składników materii. Należy podkreślać powiązanie tego przedmiotu z innymi przedmiotami przyrodniczymi: biologią, chemią, geografją, i ukazywać ich wzajemny wpływ na siebie. Ponadto należy nauczać nauk ścisłych jako nauk doświadczalnych. Nie ma fizyki bez eksperymentu. Wyniki doświadczeń są inspiracją do podejmowania rozważań teoretycznych i matematycznych mogących prowadzić do wyjaśnienia, jak działa Wszechświat.

W drugiej połowie XX w., w epoce rozwoju energetyki jądrowej i podboju kosmosu, znajomość fizyki była wyznacznikiem prestiżu młodych ludzi. Studentów fizyki podziwiano. Niestety, te czasy odeszły w przeszłość, a fizyka stała się jednym z najmniej lubianych przedmiotów szkolnych i uniwersyteckich. Niektóre wydziały politechniczne deklarują nawet odejście od nauczania fizyki ogólnej, uginając się pod presją negatywnych opinii studentów. Aby przerwać tę spiralę degradacji nauk ścisłych, w tym fizyki, należy zrobić wszystko, aby ten przedmiot stał się ponownie atrakcyjny, a uczniowie zaczęli go wybierać jako przedmiot rozszerzony.

Obecnie, oprócz wielu tradycyjnych metod nauczania, eksperymentów, prac laboratoryjnych i obserwacji, można wykorzystywać możliwości, jakie dają przenośne komputery i smartfony sprzężone z internetem, np. przeprowadzać wiele nowych doświadczeń w terenie dzięki GPS. Przykładów jest wiele. Przy okazji wyjaśniania zasad działania tego urządzenia możemy odwoływać się do ogólnej teorii względności, aby pokazać, że bez tego wielkiego osiągnięcia intelektualnego XX w. nie byłoby GPS-u. Wieloma sposobami można odchodzić od formalnego nauczania fizyki, aby wiązać ją ze światem codziennym. Postawmy uczniom intelektualne wyzwanie, aby sami odkrywali prawa fizyki w otaczającym świecie. Głęboko wierzymy, że w ten sposób fizyka ponownie stanie się przedmiotem pożądanym. Potrzebna jest kreatywna postawa nauczyciela, który – zamiast przekazywać informacje – otwiera uczniom drzwi do kolejnych pomieszczeń w gmachu nowoczesnej wiedzy.

Przy opracowywaniu programu nauczania zostały uwzględnione cele edukacyjne, zadania szkoły i treści kształcenia zgodne z *Rozporządzeniem Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia* (Dz.U. z 2024 r., poz. 1019), w części dotyczącej nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym. Program został zaplanowany do realizacji w ciągu 286 godzin lekcyjnych. Ewentualne dodatkowe godziny można przeznaczyć na rozwiązywanie większej liczby zadań problemowych i obliczeniowych oraz przedstawianie tematów fakultatywnych i dodatkowych.

Tworząc program, kierowaliśmy się ogólną zasadą, by w kształceniu i wychowaniu zachować ciągłość i spójność między szkołą podstawową a ponadpodstawową. Podstawą realizacji treści nauczania w ramach kształcenia ogólnego są wiadomości i umiejętności nabyte przez ucznia w szkole podstawowej. W ramach spiralnego kształcenia, wprowadzonego przez wspomniane rozporządzenie, w trakcie wprowadzania poszczególnych haseł programowych konieczne jest powtarzanie materiału ze szkoły podstawowej.

## **II. Zadania szkoły umożliwiające prawidłową realizację programu**

Prawidłowa, pełna i skuteczna realizacja programu oraz osiągnięcie założonych w nim celów edukacyjnych będą możliwe, jeśli na zajęciach z fizyki zachowamy ciągłość działań dydaktycznych i wychowawczych zapoczątkowanych w szkole podstawowej. Podstawą niniejszego programu są bowiem wiadomości i umiejętności nabyte przez uczniów na poprzednich etapach kształcenia. Nawiązywanie do nich w trakcie realizacji poszczególnych haseł programowych jest konieczne.

Zgodnie z założeniami podstawy programowej, w procesie nauczania fizyki należy wykształcić u uczniów m.in. umiejętność myślenia matematycznego, polegającą na wykorzystywaniu narzędzi matematyki i fizyki w życiu codziennym, oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym.

Uwzględniając specyfikę fizyki jako przedmiotu przyrodniczego i pamiętając, że podstawowymi metodami poznania przyrody są obserwacje oraz eksperymenty, należy stworzyć warunki do ich przeprowadzania na zajęciach w pracowni, w terenie i na wycieczkach naukowych. Każdy uczeń powinien mieć możliwość prowadzenia obserwacji i wykonywania samodzielnych ćwiczeń laboratoryjnych. Ponadto niezbędne jest wyposażenie pracowni w taką liczbę przyrządów, jaka zapewni pracę laboratoryjną uczniów w grupach 2–3-osobowych.

Oddzielną kwestią jest wykorzystywanie informatyki i technik informacyjnych. Szkoła powinna zadbać o zaopatrzenie pracowni w niezbędne urządzenia i programy umożliwiające opracowywanie wyników eksperymentów oraz animowanie zjawisk fizycznych.

### III. Cele kształcenia i wychowania

**Uwaga.** Cele z podstawy programowej są wyróżnione pogrubieniem.

Uczeń:

- 1. Wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.**
2. Obserwuje, opisuje i wyjaśnia zjawiska zachodzące w otaczającym świecie.
3. Wykazuje związki przyczynowo-skutkowe między zjawiskami i jest świadom, że każda przyczyna rodzi określony skutek, a każdy skutek ma określoną przyczynę.
- 4. Buduje proste modele fizyczne i matematyczne służące do opisu zjawisk.**
- 5. Rozwiązuje problemy fizyki i astronomii z wykorzystaniem aparatu matematycznego.**
- 6. Planuje i wykonuje proste doświadczenia; analizuje ich wyniki.**
- 7. Wykorzystuje i przetwarza informacje przedstawione w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.**
8. Świadomie korzysta z narzędzi informatycznych.
9. Wykorzystuje metody informatyczne do budowania modeli i analizy wyników eksperymentów.
- 10. Analizuje teksty popularnonaukowe, w tym internetowe, i ocenia ich treść.**
11. Świadomie i krytycznie korzysta z dostępnych źródeł informacji.
12. Rozwija dociekliwość i postawę badawczą.
13. Uzasadnia, że większość odkryć naukowych w fizyce stała się motorem rozwoju różnych dziedzin nauki i techniki.
14. Dostrzega związki między fizyką i astronomią a innymi naukami przyrodniczymi; wymienia przykłady wykorzystania wiadomości z fizyki do wyjaśniania problemów pojawiających się w innych naukach przyrodniczych oraz w medycynie i technice.
15. Ma świadomość, że przyczyną degradacji środowiska przyrodniczego jest nieprzemysłana działalność ludzi.
16. Interesuje się fizyką i astronomią, odkrywa ich piękno oraz znaczenie dla życia ludzi, jest gotowy do samokształcenia.
17. Ma przekonanie, że wiedza i umiejętności z fizyki dają ogromne możliwości zdobycia zawodu i ułatwiają zdobywanie nowych kwalifikacji zawodowych.

## IV. Treści nauczania

### Uwagi:

Kolumny wszystkich tabel dotyczące wymagań zawierają odwołania do odpowiednich punktów podstawy programowej.

Ze względu na bardzo zróżnicowane rozkłady materiału nie jest możliwe przygotowanie po jednej części podręcznika dla każdej klasy. Podział w naszym programie dotyczy siatki godzin 2 + 3 + 3 + 2; w przypadku innego podziału godzin w jednej klasie będzie można zrealizować działy z różnych części podręcznika.

### Część 1. Łącznie 63 h + 2 h na temat dodatkowy

#### Rozdział 1. Wprowadzenie (8 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Przedmiot i metody badań fizyki		IV, V	I. 7
2. (1 h)	Pomiary i jednostki		III	I. 1
3. (2 h)	Wstęp do analizy danych pomiarowych		III	I. 13–15
4. (2 h)	Opisywanie zależności między wielkościami		V	I. 8
5. (2 h)	Wielkości wektorowe		V	I. 5

Pierwszy temat poświęcony jest przypomnieniu i uzupełnieniu wiadomości o tym, co to jest fizyka i czym się zajmuje oraz co to są nauki matematyczno-przyrodnicze i czym się one różnią od nauk humanistycznych. Można tu skorzystać z tekstów popularnonaukowych zaczerpniętych z prasy lub wybranych stron internetowych. Zadbajmy o to, żeby uczniowie nauczyli się samodzielnie oceniać, czy fakty przedstawione w tekstach popularnonaukowych są prawdziwe. Niestety, negatywnym skutkiem rozpowszechnienia się internetu jest dostępność materiałów o znikomej wartości naukowo-poznawczej. Należy uczniów na to uczulić. Warto im uświadomić, że umysł idealnego człowieka oświecenia poddawał w wątpliwość wszystkie informacje, dopóki sam nie znalazł logicznego ich uzasadnienia.

Kolejne dwa zagadnienia dotyczą wprowadzenia do analizy danych pomiarowych. Nie musimy w tym momencie oczekiwać, że uczniowie opanują w pełni wprowadzone zagadnienia. Utrwalaniu tych umiejętności służyć będzie opracowywanie danych uzyskanych w doświadczeniach z kolejnych działów fizyki.

Wreszcie ostatnie dwa zagadnienia wprowadzają treści matematyczne, których brakuje uczniom po ukończeniu szkoły podstawowej, a są niezbędne w nauczaniu fizyki na poziomie rozszerzonym.

## Rozdział 2. Ruch prostoliniowy (12 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Opis ruchu prostoliniowego	II.1, II.2, II.3, II.4, II.5	I, II, V	I.3
2. (2 h)	Prędkość w ruchu prostoliniowym	II.3, II.4, II.5	II, V	I.3, I.4
3. (2 h)	Ruch jednostajny prostoliniowy	II.4, II.5, II.6	II, III, V	I.3, I.4, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14
4. (1 h)	Ruch prostoliniowy zmienny	II.3, II.4, II.5	II, V	I.8
5. (2 h)	Ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny	II.3, II.4, II.5 II.6	II, V	I.8
6. (2 h)	Położenie w ruchu jednostajnie zmiennym	II.3, II.4, II.5	II, V	I.5, I.8
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Kształcenie ogólne w zakresie rozszerzonym jest kontynuacją kształcenia w szkole podstawowej. Realizacja materiału zawartego w tym dziale polega na pogłębieniu wiadomości zdobytych na poprzednim etapie kształcenia. Na krótko wracamy do podstawowych wielkości fizycznych opisujących ruch, które uczniowie poznali w szkole podstawowej. Wykorzystujemy pojęcie wektora i matematyczny opis ruchu w jednym wymiarze i dwóch wymiarach. Do opisu zjawisk należy zastosować aparat matematyczny w znacznie szerszym zakresie niż dotychczas. Wprowadzone na poprzednim etapie kształcenia wzory na przyspieszenie, prędkość i drogę w ruchu zmiennym dotyczyły ruchu z prędkością początkową równą zero. W zakresie rozszerzonym należy uwzględnić sytuacje, gdy prędkość początkowa jest różna od zera.

Przy omawianiu działu „Ruch prostoliniowy” należy zwrócić szczególną uwagę na:

- ▶ zagadnienie położenia ciała i drogi przebytej przez ciało oraz wykresy  $x(t)$  i  $s(t)$ ,
- ▶ interpretację wykresu  $v(t)$  w sytuacji, gdy jego część przebiega poniżej osi czasu,
- ▶ wyjaśnienie na przykładach, co to znaczy, że droga w ruchu jednostajnie zmiennym jest wprost proporcjonalna od kwadratu czasu,
- ▶ doświadczalne ilościowe badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego i jednostajnie zmiennego prostoliniowego (po raz pierwszy korzystamy tutaj z dopasowania prostej do punktów doświadczalnych),
- ▶ doświadczalne opisowe badanie zachowania się ciał względem różnych układów odniesienia (nieruchomych i ruchomych względem Ziemi).



### Rozdział 3. Ruch krzywoliniowy (10 h + 2 h temat dodatkowy)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Ruch krzywoliniowy	II.1, II.2, II.3	I, II, III	I.1, I.3, I.4, I.5
2. (2 h)	Rzut poziomy	II.7	II, III, IV	I.3, I.4, I.5, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13
3. (2 h)	<b>Temat dodatkowy.</b> Rzut ukośny		II	I.7
4. (2 h)	Prędkość w różnych układach odniesienia	II.1	II	I.7
5. (1 h)	Ruch po okręgu	II.8, II.9, II.11	II, IV, V	I.19, I.19
6. (2 h)	Przyspieszenie dośrodkowe	II.3, II.8, II.9, II.11.	I, II	I.19, I.19
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

W tym rozdziale kontynuujemy rozważania na temat kinematyki punktu materialnego w przypadku, gdy tor ruchu jest krzywoliniowy. Analizujemy ogólne wzory na prędkość w tym ruchu względem różnych układów odniesienia.

Analiza rzutu poziomego pozwala na zilustrowanie wielu koncepcji związanych z wielkościami wektorowymi i daje okazję do przeprowadzenia doświadczeń jakościowych i ilościowych. Ważnym eksperymentem jest zademonstrowanie, że w spadku swobodnym i rzucie poziomym kulki wypuszczone z takiej samej wysokości osiągają taki sam poziom w takim samym czasie.

Tematem dodatkowym, który możemy zrealizować w zdolniejszej klasie albo na zajęciach koła fizycznego, jest rzut ukośny. Ten temat wykracza poza podstawę programową, jednak pozwala lepiej zrozumieć zasadę niezależności ruchów, która już należy do podstawy.

Jako szczególny przypadek ruchu krzywoliniowego analizujemy ruch po okręgu. Po opanowaniu materiału z tego rozdziału uczeń wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu występuje przyspieszenie, i wyjaśnia, o czym ono informuje.

#### Rozdział 4. Ruch i siły (13 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Siły	II.12, II.23	II	I.5
2. (2 h)	Pierwsza i druga zasada dynamiki	II, 13, II.19, II.23	II, III	I.17, I.19
3. (1 h)	Trzecia zasada dynamiki	II.13	II, IV, V	I.19
4. (2 h)	Siły tarcia	II.17, II.23, II.26d	III	I.10, I.11, I.12, I.13, I.14
5. (2 h)	Siła dośrodkowa	II.10, II.26c	II, III	I.10, I.11, I.12, I.13, I.14
6. (2 h)	Siły bezwładności	II.18, II.19, II.26a, IV.8	II, III	I.10, I.11, I.12, I.13, I.14
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Zasady dynamiki pozwolą wyjaśnić przyczyny zmian ruchu ciał i wiele zjawisk obserwowanych w otaczającym świecie. Rozpoczynając omawianie tego działu, zwróćmy uwagę, że w rzeczywistości nigdy nie mamy do czynienia z pojedynczą siłą, ale z dwiema siłami wzajemnego oddziaływania ciał.

Ważnym zagadnieniem jest rozkład sił na równi pochyłej, ponieważ uczniowie mają okazję zastosować składanie i rozkładanie sił (wektorów).

Zagadnienia dotyczące układów inercjalnych i nieinercjalnych warto wprowadzać na przykładach.

W tym dziale, oprócz zdobywania wiedzy teoretycznej, uczniowie doskonalą umiejętności samodzielnego planowania i wykonywania pomiarów, przeprowadzania obliczeń oraz konstruowania wykresów.

## Rozdział 5. Energia i pęd (14 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Praca i energia	II.20, II.22	I, II, II	I.1, I.3, I.6, I.16
2. (2 h)	Moc	II.20, II.22	I, II, II	I.1, I.3, I.6, I.16
3.(2 h)	Energia potencjalna i energia kinetyczna	II.20	I, II,	I.1, I.1, I.3, I.8, I.9
4. (2 h)	Pęd, zasada zachowania pędu	II.14, II.15, II.26b	I, II	I.1, I.3, I.8, I.9
5. (2 h)	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	II.13, II.14, II.15, II.16, II.26b	I, II, IV, V	I.1, I.3, I.8, I.19
6. (2 h)	Pęd a zasady dynamiki	II.14	I, II	I.1, I.3, I.8, I.19
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Energia, tak jak ruch i oddziaływania, jest pojęciem ważnym. W otaczającym świecie jej przemiany zachodzą nieustannie, a w codziennym życiu wykorzystujemy różne jej źródła.

Lekcje z tego działu należy przeznaczyć na przypomnienie wiadomości uzyskanych na wcześniejszych etapach kształcenia i ich pogłębienie. Ważne jest rozwiązywanie zadań i omówienie następujących zagadnień:

- ▶ związek między pracą a zmianami energii,
- ▶ rodzaje energii, zmiana jednej formy energii w inną,
- ▶ energia potencjalna występująca zawsze wtedy, gdy między ciałami występują oddziaływania,
- ▶ sprawność – rozpraszanie (straty) energii,
- ▶ przykłady przemian energii w przyrodzie i w otoczeniu.

Rozwiązywanie zadań obliczeniowych z zakresu kinematyki i dynamiki staje się łatwiejsze, jeżeli uwzględnimy przemiany energii.

Drugą ważną wielkością w fizyce jest pęd. Podobnie jak energia, jest on wielkością zachowawczą w układach odizolowanych. Przykłady wymagające zastosowania pojęcia pędu dotyczą m.in.:

- ▶ lecącej rakiety, która spala paliwo i zmienia się jej masa,
- ▶ zderzenia ciał.

## Rozdział 6. Hydrostatyka (6 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Ciśnienie	II.24	I, II	I.1, I.10, I.16, I.18
2. (1 h)	Ciśnienie hydrostatyczne i atmosferyczne	II.24	I, II	I.1, I.10, I.16, I.18
3. (2 h)	Siła wyporu	II.24, II.25	I, II	I.1, I.10, I.6
4. (1 h)	Powtórzenie			
5. (1 h)	Sprawdzian			

W dziale „Hydrostatyka” zostaną wprowadzone podstawowe koncepcje dotyczące równowagi cieczy w spoczynku oraz pojęcie ciśnienia hydrostatycznego i związanego z nim prawa Pascala. Pojęcie ciśnienia w szkole podstawowej sprawia uczniom wiele trudności. Wyniki egzaminu gimnazjalnego (korzystamy z nich, bo w wypadku szkoły podstawowej nie ma egzaminu końcowego z fizyki) pokazują, że jest to jedno z najtrudniejszych pojęć w początkowym nauczaniu fizyki. Możliwe więc, że trzeba będzie je wprowadzić praktycznie od nowa.

Zostaną także omówione warunki pływania ciał i prawo Archimedesesa. Można zilustrować to prawo wybranymi doświadczeniami pokazowymi, warto zwłaszcza zademonstrować działanie „nurka Kartezjusza” i wyjaśnić, dlaczego zmiana ciśnienia wpływa na głębokość zanurzenia pływaka.

Mówiąc o siłach wyporu, nie zapomnijmy o wyjaśnieniu, dlaczego balony latają i czym ich lot różni się od lotu samolotu.

Po opanowaniu materiału z tego działu uczeń wyjaśnia jakościowo zjawiska codzienne związane z zachowaniem się cieczy w spoczynku i analizuje warunki, w jakich:

- ▶ ciało pływa,
- ▶ jest całkowicie zanurzone,
- ▶ opada na dno naczynia.

## Część 2. Łącznie 92 h + 4 h na tematy dodatkowe

### Rozdział 7. Wstęp do zjawisk cieplnych (12 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Cząsteczki i energia	VI.2, VI.3	I, II	I.1, I.7
2. (2 h)	Przepływ ciepła. Ciepło właściwe	VI.2, VI.3, VI.5	I, III	I.1, I.5, I.16
3. (2 h)	Przemiany fazowe	VI.4, VI.6, VI.7, VI.17c)	I, III	I.10, I.11, I.12
4. (3 h)	Bilans cieplny	VI.5, VI 17b	I, II, III	I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15
5. (2 h)	Rozszerzalność cieplna	VI.1, VI.7, VI.17a)	III, IV	I.7, I.16, I.17, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Materiał z tego działu umożliwia wykonanie przez uczniów wielu ćwiczeń laboratoryjnych, np.:

- ▶ wyznaczenie ciepła właściwego cieczy i ciał stałych, ciepła topnienia lodu oraz ciepła parowania wody,
- ▶ jakościowe badanie zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego,
- ▶ badanie zmian temperatury podczas ogrzewania i ochładzania ciał krystalicznych i bezpostaciowych.

Obecnie ciepło właściwe nie stanowi już obowiązkowego materiału nauczania w szkole podstawowej, trzeba więc będzie poświęcić temu pojęciu więcej uwagi niż dawniej.

## Rozdział 8. Termodynamika (18 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Badanie przemian gazu	VI.1, VI.3, VI.9	I, II	I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15
2. (2 h)	Równanie Clapeyrona	VI.3, VI.9, VI.10, VI.11, VI.13	I, II, V	I.1, I.8, I.9, I.19
3. (2 h)	Przemiany gazu doskonałego	VI.1, VI.2, VI.3, VI.8, VI.11, VI.12	I, II	I.1, I.6, I.8, I.19
4. (2 h)	Ciepło w przemianach gazowych	VI.2, VI.8, VI.11, VI.12, VI.13	I, II	I.1, I.3, I.8
5. (2 h)	Praca a wykresy przemian gazowych	VI.2, VI.3, VI.12	I, II	I.1, I.3, I.8
6. (2 h)	Silniki cieplne	VI.2, VI.14, VI.15	I, II	I.1, I.3, I.8
7. (1 h)	Pompy ciepła	VI.2, VI.14	I, II, V	I.1, I.3, I.8, I.19
8. (1 h)	Druga zasada termodynamiki	VI.2, VI.15, VI.16	I, II, V	I.1, I.16, I.17, I.18, I.19
9. (2 h)	Powtórzenie			
10. (2 h)	Sprawdzian			

Termodynamika to dział trudny dla uczniów z dwóch powodów. Z jednej strony wymaga on swobodnego posługiwania się aparatem matematycznym, w szczególności umiejętności rysowania i interpretacji diagramów w układzie współrzędnych  $(V, p)$ . Z drugiej – przemiany gazowe są często dalekie od intuicji.

Aby poradzić sobie przynajmniej z pierwszym z tych dwóch problemów, warto przeprowadzić doświadczenia na temat przemian gazowych i starannie je omówić, a także konsekwentnie wymagać od uczniów jakościowego opisu fizycznej realizacji przemian ilustrowanych na diagramach (np. „podgrzewamy gaz, tłok jest zablokowany”).

Warto także podkreślać, że termodynamika powstała jako teoria silników cieplnych (parowych, a następnie także spalinowych), dlatego tak często występuje „naczynie z tłokiem”, który wyobrażać sobie można jako cylinder silnika spalinowego, a także jako strzykawkę używaną do doświadczeń.

## Rozdział 9. Bryła sztywna (18 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Ruch bryły sztywnej	III.2	I, V	I.1, I.5, I.19
2. (2 h)	Siły powodujące ruch obrotowy	III.2, III.3	I, II, III	I.1, I.5, I.10, I.19
3. (2 h)	Moment siły – przypadek ogólny	III.2, III.3	I, II	I.1, I.5, I.19
4. (2 h)	Środek ciężkości i energia potencjalna bryły sztywnej	III.1, III.3	I, II	I.1, I.2, I.3, I.19
5. (2 h)	Energia kinetyczna w ruchu obrotowym	III.5, III.8b	I, II, V	I.1, I.3, I.19
6. (2 h)	Zasady dynamiki w ruchu obrotowym	III.4, III.6, III.8b	I, II, III, V	I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.19
7. (2 h)	Moment pędu	III.6, III.7, III.8a	I, II, III	I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15
8. (2 h)	Powtórzenie			
9. (2 h)	Sprawdzian			

Ruch bryły sztywnej jest trudnym zagadnieniem w szczególności z powodu złożoności matematycznej (abstrakcyjnie dobrany kierunek i zwrot wektorów momentu siły, momentu pędu itd., iloczyny wektorowe).

Aby uprościć te zagadnienia, proponujemy wprowadzenie pojęcia momentu siły w dwóch krokach:

- ▶ najpierw na podstawie badania równowagi dźwigni uczniowie nabiorą intuicji co do znaczenia tego pojęcia i nauczą się obliczać *wartość* momentu siły w przypadku  $\vec{F} \perp \vec{r}$ ,
- ▶ dopiero na tej podstawie wprowadzony zostanie moment siły w postaci ogólnej.

Realizacja zagadnień występujących w tym dziale powinna sprzyjać nabywaniu i doskonaleniu przez uczniów następujących umiejętności:

- ▶ podawanie przykładów ruchu postępowego i obrotowego,
- ▶ badanie równowagi bryły sztywnej,
- ▶ zrozumienie pojęć dotyczących ruchu obrotowego oraz ich podobieństw i różnic w stosunku do analogicznych pojęć dotyczących ruchu postępowego,
- ▶ badanie doświadczalne i teoretyczne ruchu złożonego (np. toczenia się bryły),
- ▶ wyjaśnianie na przykładach zasady zachowania momentu pędu.

## Rozdział 10. Ruch drgający (13 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Badanie ruchu drgającego	V.3,	III	I.10, I.11, I.12, I.14, I.14, I.15,
2. (1 h)	Prawo Hooke'a	V.1.	III,	
3. (2 h)	Drgania harmoniczne	V.3, V.4	V	I.1, I.7, I.19
4. (2 h)	Drgania sprężyn	V.2, V.1, V.5, V.7a), V.7c)	I, II, III	I.1, I.7, I.10, I.11, I.12, I.14, I.14, I.15
5. (2 h)	Wahadło matematyczne	V.3, V.4, V.5, V.7b), V.8e)	I, II, III, V	I.1, I.7, I.19, I.10, I.11, I.12, I.14, I.14, I.15, I.19
6. (2 h)	Energia w ruchu harmonicznym	V.6	I, II	I.1, I.18, I.19
7. (1 h)	Rezonans	V.7, V.8d)	IV	I.7, I.17, I.18
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Ruch drgający uczniowie poznali w szkole podstawowej. W liceum w kształceniu rozszerzonym prezentujemy to zagadnienie szerzej. Warto zasygnalizować istnienie drgań elektromagnetycznych; dzięki temu będzie można później logicznie wprowadzić pojęcie fal elektromagnetycznych. Realizacja tego działu powinna się przyczynić do pogłębienia i usystematyzowania wiedzy i umiejętności uczniów w zakresie:

- ▶ ilustrowania ruchów drgających przykładami eksperymentalnymi i pochodzącymi z otoczenia,
- ▶ swobodnego posługiwania się pojęciami: okresu, częstotliwości, cyklu, wychylenia, amplitudy, prędkości, przyspieszenia, siły i energii,
- ▶ opisywania związku między ruchem drgającym a ruchem po okręgu,
- ▶ znajomości ograniczeń stosowalności modelu wahadła matematycznego,
- ▶ planowania i wykonywania eksperymentu umożliwiającego wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego,
- ▶ opisywania przykładów szkodliwego i użytecznego rezonansu.



**Rozdział 11. Fale** (13 h + 4 h na tematy dodatkowe)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Fale mechaniczne	X 1, X 13	I, III, V	I 10, I 11, I 18
2. (2 h)	Wielkości opisujące falę	X 1	I	I 1, I 6
3. (2 h)	Fale dźwiękowe	X 1	I, II, III	I 3, I 10, I 11, I 18
4. (2 h)	<b>Temat dodatkowy.</b> Fizyka w muzyce	X 1	I, III, IV	I 3, I 10, I 18
5. (2 h)	Fale elektromagnetyczne	X 4	I, V	I 19
6. (2 h)	Rozchodzenie się fali. Natężenie fali	X 1, X 2, X 3	I, II, V	I 3, I 8, I 10, I 18
7. (1 h)	<b>Temat dodatkowy.</b> Jak człowiek odbiera bodźce słuchowe	X 2,	II, V	I 3, I 8, I 10, I 18
8. (2 h)	Efekt Dopplera	X 12	I, V	I.3, I.18, I.19
8. (1 h)	Powtórzenie			
9. (1 h)	Sprawdzian			

Jedną z nowości w programie „NOWE Zrozumieć fizykę” w stosunku do wcześniejszych wersji „Zrozumieć fizykę” jest łączne potraktowanie fal mechanicznych i elektromagnetycznych. Takie podejście jest dzisiaj częste na poziomie akademickim, sprawdziło się także w programie „Odkryć fizykę” dla zakresu podstawowego szkół średnich. Pozwala ono podkreślić podobieństwa między tymi dwoma rodzajami fal, a jednocześnie unikać dwukrotnego wprowadzania tych samych treści – osobno dla fal mechanicznych, a osobno dla elektromagnetycznych. Wymaga to jednak wstępnego (jakościowego) wprowadzenia pojęcia pól elektrycznego i magnetycznego przed ich dokładnym omówieniem w działach dotyczących elektromagnetyzmu.

## Rozdział 12. Zjawiska falowe (18 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Odbicie i rozproszenie fali	X.6, X.18d)	I, II, III	I.7, I.10
2. (2 h)	Załamanie fali	X.6	I, II, III	I.7, I.2, I.4, I.19
3. (2 h)	Całkowite wewnętrzne odbicie	X.6, X.7, X.18e)	I, III, IV	I.2, I.4, I.7
4. (2 h)	Dyfrakcja fal	X.8, X.18b)	III, V	I.3, I.10, I.18, I.19
5. (2 h)	Interferencja fal	X.9, X.5, X.18c)	I, III, IV	II.3, II.7, II.10
6. (3 h)	Przestrzenny obraz interferencji fal	X.11	II	II.3, II.4, II.7, II.10
8. (2 h)	Powtórzenie			
9. (2 h)	Sprawdzian			

Także w tym dziale omawiamy łącznie fale mechaniczne i elektromagnetyczne (w szczególności światło). Obserwacja zjawisk falowych w przypadku fal na wodzie, których falowa natura jest dla nas bezpośrednio widoczna, pozwoli lepiej zrozumieć te zjawiska, a następnie wykorzystać zdobyte wiadomości do fal dźwiękowych i światła. Zachęcamy w szczególności do przeprowadzenia doświadczeń z interferencją dźwięku i światła oraz ich porównania.

### Część 3. Łącznie 87 h + 2 h na temat fakultatywny + 2 h na temat dodatkowy

#### Rozdział 13. Grawitacja i elementy astronomii (18 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Gwiazdy i planety	IV.9	I, IV, V	I.3, I.7, I.10, I.16, I.17
2. (1 h)	Układ Słoneczny	IV.9	I, IV	I.3, I.7, I.10, I.16, I.17
3. (1 h)	Księżyc widziany z Ziemi	IV.9	I, IV	I.3, I.7, I.10, I.16, I.17
4. (2 h)	Prawo powszechnego ciężenia	IV.1, IV.2	I, V	I.1, I.3, I.4, I.19
5. (2 h)	Siła grawitacji jako siła dośrodkowa	IV.4	I, II, III	I.3, I.4, I.7
6. (2 h)	Pierwsze i drugie prawo Keplera	IV.3, IV.4, IV.6	I, II	I.1, I.3, I.4
7. (2 h)	Trzecie prawo Keplera	IV.3, IV.4, IV.5	I, II	I.1, I.3, I.4
8. (3 h)	Energia potencjalna grawitacji	IV.7	I, II, V	I.1, I.3
9. (2 h)	Powtórzenie			
10. (2 h)	Sprawdzian			

Po szkole podstawowej uczniom doskonale znana jest siła ciężkości, czyli grawitacji ziemskiej. Natomiast uogólnienie ich na oddziaływanie dowolnych dwóch ciał jest znacznie trudniejsze pojęciowo. Również rachunkowo trudne jest badanie sytuacji, w której siła grawitacji zmienia się w zależności od odległości (a nie jest w dobrym przybliżeniu stała jak w pobliżu powierzchni Ziemi).

Zgodnie z Podstawą programową nie wprowadzamy pojęcia pola grawitacyjnego jako treści obowiązkowych. Warto jednak wyjaśnić je zainteresowanym uczniom zarówno dlatego, że mogli się z nim spotkać w źródłach popularnonaukowych, jak i ze względu na związek z omawianymi w następnym działach polami: elektrycznym i magnetycznym.

W Podstawie programowej do tego działu zaliczono także ewolucję Wszechświata, jednak w naszym programie omawiamy to zagadnienie ewolucji gwiazd, którą z kolei wprowadzić można dopiero po omówieniu niezbędnych do tego treści z fizyki jądrowej.

## Rozdział 14. Pole elektryczne (20 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie	VII.1	I, II	I.1
2. (2 h)	Prawo Coulomba	VII.2, VII.11	I, II V	I.1, I.3, I.5, I.16
3. (2 h)	Pole elektryczne	VII.3	I, II, III, V	I.1, I.4, I.5, I.10, I.11, I.12, I.19
4. (2 h)	Pole elektryczne wielu źródeł	VII.3, VII.4, VII.12a)	I, II, III	I.1, I.4, I.5, I.10, I.11, I.12, I.19
5. (3 h)	Energia potencjalna, potencjał i napięcie	VII.8, VII.9	I, II, V	I.1, I.3, I.4, I.5
6. (1 h)	Ładunki w przewodniku	VII.1, VII.5, VII.6	I, IV	I.19
7. (3 h)	Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	VII.1, VII.7	I, II	I.3, I.4
8. (1 h)	Kondensatory	VII.10, VII.12b)	I, II, III	I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12, I.19
9. (2 h)	Powtórzenie			
10. (2 h)	Sprawdzian			

W szkole podstawowej uczniowie badali jakościowo oddziaływanie ciał naładowanych, ale nie opisywali tego oddziaływania ani ilościowo, ani za pomocą pojęcia pola. Dlatego zarówno prawo Coulomba, jak i pojęcie pola pojawiają się tutaj po raz pierwszy.

Przy omawianiu elektrostatyki ważne jest pokazanie podobieństw i różnic między siłą elektryczną i grawitacyjną.

W stosunku do poprzedniej podstawy programowej ubyłoby jedno ważne pojęcie: pojemność kondensatora.

Polaryzacja dielektryków w zewnętrznym polu elektrycznym jest zagadnieniem fakultatywnym. Zachęcamy jednak do jej jakościowego omówienia, gdyż jest ona konieczna (wraz z polaryzacją przewodników) do zrozumienia, dlaczego ciało naelektryzowane przyciąga ciała o zerowym ładunku całkowitym, co wydawałoby się sprzeczne z prawem Coulomba.

## Rozdział 13. Prąd stały (22 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Prąd elektryczny i jego natężenie	VIII.1, VIII.2	I, II, IV	I.1
2. (2 h)	Obwody elektryczne	VIII.2	I, III, IV, V	I.1, I.3, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.16
3. (2 h)	Połączenia szeregowe i równoległe	VIII.10, VIII.16a), VIII.16b)	I, III	I.1, I.3, I.10, I.18
4. (2 h)	Napięcie a natężenie. Prawo Ohma	VIII.2, VIII.5, VIII.6,	I, II, V	I.1, I.3, I.4
5. (2 h)	Łączenie oporników	VIII.13	II	I.3, I.4
6. (2 h)	Od czego zależy opór elektryczny	VIII.1, VIII.3, VIII.4, VIII.6, VIII.16d)	I, IV, V	I.1, I.7, I.8, I.9
7. (2 h)	Praca i moc prądu elektrycznego	VIII.2, VIII.5, VIII.8, VIII.9	I, II	I.1, I.19
8. (3 h)	Siła elektromotoryczna i opór wewnętrzny ogniwa	VIII.1, VIII.2, VIII.5, VIII.7, VIII.9, VIII.16.	I, II, III	I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12, I.14, I.14, I.19
9. (2 h)	Drugie prawo Kirchhoffa	VIII.2, VIII.7, VIII.9, VIII.12, VIII.16b)	I, II	I.1, I.3, I.4, I.19
10. (2 h)	Powtórzenie			
11. (2 h)	Sprawdzian			

Mimo że zagadnienia związane z przepływem prądu elektrycznego są omawiane w szkole podstawowej, licealiści miewają kłopoty z niektórymi pojęciami. Dział „Prąd elektryczny” daje okazję do przeprowadzenia kilku prostych, ciekawych i kształcących doświadczeń, do których nie potrzeba kosztownych przyrządów. Oto kilka z nich:

- ▶ pomiar natężenia i napięcia prądu w prostych obwodach elektrycznych,
- ▶ badanie zależności  $I(U)$  i obliczanie oporu z zależności:  $R = \frac{U}{I}$ ,
- ▶ rozkład napięć na opornikach połączonych szeregowo,
- ▶ rozptyw prądów w węzle obwodu równoległego,
- ▶ pomiar siły elektromotorycznej źródła napięcia i napięcia na obwodzie zewnętrznym,
- ▶ wykorzystanie opornika suwakowego jako potencjometru,

Ważnym aspektem jest pokazanie, że pierwsze prawo Kirchhoffa jest konsekwencją zasady zachowania ładunku, a drugie prawo Kirchhoffa – konsekwencją zasady zachowania energii. Dlatego nie są to prawa fundamentalne.

## Rozdział 14. Pole magnetyczne (14 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Źródła pola magnetycznego	IX.1, IX.8	I, II, III	
2. (2 h)	Linie pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków	IX.1, IX.15.a)	I, III	I.5, I.10, I.11, I.12
3. (2 h)	Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej	IX.2	I, I	I.1, I.3, I.4, I.5, I.16, I.19
4. (2 h)	Ruch ładunku w jednorodnym polu magnetycznym	IX.4	II	I.1, I.3, I.4
5. (2 h)	Siła elektrodynamiczna	IX.2, IX.5	III	I.1, I.5, I.18, I.19
6. (2 h)	Indukcja magnetyczna wokół przewodnika z prądem	IX.6, IX.7	I, II, V	I.1, I.3, I.4
7. (1h)	Powtórzenie			
8. (1h)	Sprawdzian			

W szkole podstawowej uczniowie poznali oddziaływanie magnesów oraz działanie prądu elektrycznego na igłę magnetyczną, mogli także (jest to treść fakultatywna) dowiedzieć się, jak działa elektromagnes i silnik elektryczny. Jednak wszystkie pozostałe zagadnienia, w tym opis za pomocą pojęcia pola i wektor indukcji magnetycznej, są dla uczniów nowe.

Siła magnetyczna sprawiała dużą trudność badaczom w XIX wieku, ponieważ w odróżnieniu od siły grawitacyjnej i elektrycznej działa ona prostopadle do linii pola i zależy od prędkości cząstki. Z tych samych powodów sprawia ona duże problemy także dzisiejszym uczniom.

Dlatego też poza obowiązkowym doświadczeniem z obrazowaniem linii pola warto wykonać także inne eksperymenty, w szczególności demonstrację siły magnetycznej działającej na przewodnik z prądem.

Przy okazji przypomnijmy, że aktualna definicja ampera opiera się na ładunku elementarnym, a nie na oddziaływaniu przewodników. Logicznie byłoby w tej sytuacji uznać kulomb za jednostkę podstawową, a amper za pochodną, jednak dla zachowania tradycji zdecydowano inaczej.

**Rozdział 15. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny** (13 h + 2 h na temat fakultatywny i 2 h na temat dodatkowy)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	IX.9, IX.10, IX.11, IX.15b)	I, II, III	I.5, I.16
2. (2 h)	Prawo indukcji Faradaya	IX.8, IX.9, IX.10	I	I.3, I.4, I.5
3. (2 h)	Prąd przemienny	IX.12	I, II	I.6
4. (2 h)	<b>Temat fakultatywny.</b> Domowa sieć elektryczna	VIII.11, IX.12	I	I.2, I.6
5. (2 h)	Silniki elektryczne i prądnice	IX.4, IX.10	IV	I.16, I.17
6. (2 h)	Transformator	IX.13	II, V	I.2, I.3, I.16
7. (1 h)	Dioda i prostowanie prądu	VIII.14, VIII.16c)	IV	I.2, I.17
8. (2 h)	<b>Temat dodatkowy.</b> Tranzystor		IV	I.2, I.17
9. (2 h)	Powtórzenie			
10. (1 h)	Sprawdzian			

Zagadnienie powstawania prądu indukcyjnego należy wprowadzić na podstawie doświadczeń. Zachęcamy, aby podobnie, jak miało to miejsce w rozwoju historycznym, najpierw przedstawić intuicyjną postać prawa indukcji z wykorzystaniem pojęcia liczby linii pola magnetycznego, a dopiero następnie uściślić ją za pomocą pojęcia strumienia magnetycznego.

Ważnym zagadnieniem w tym dziale są praktyczne zastosowania zjawiska indukcji i prądu przemiennego. Dlatego zachęcamy do omówienia treści fakultatywnych dotyczących domowej sieci elektrycznej i zasad bezpiecznego korzystania z tej sieci.

## Część 4. Łącznie 44 h + 6 h na tematy fakultatywne

### Rozdział 16. Optyka (14 h)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	Soczewki	X.15, X.186, X.18 f)	III	I.2, I.10, I.11, I.12
2. (2 h)	Obraz rzeczywisty tworzony przez soczewkę wypukłą	X.15, X.16, X.18 f)	II, III	I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12
3. (2 h)	Obrazy pozorne tworzone przez soczewki	X.15, X.16	II, III	I.1, I.3, I.4
4. (2 h)	Obrazy tworzone przez zwierciadła		II, III	I.10, I.11, I.12
5. (2 h)	Polaryzacja światła	X.13, X.18 a)	I	I.5
6. (2 h)	Powtórzenie			
7. (2 h)	Sprawdzian			

Omawianie zagadnień z dziedziny optyki to możliwość powiązania wiedzy teoretycznej ze zjawiskami obserwowanymi w otaczającym świecie. Znalezienie przyrządów oraz materiałów do wykonywania ćwiczeń i pokazów jest łatwe. Źródłami światła mogą być: świeca, latarka, wskaźniki laserowe, promień światła słonecznego.

Jest bardzo ważne, aby uczniowie zrozumieli najpierw fizyczny mechanizm tworzenia obrazów przez soczewki i zwierciadła, a dopiero potem przeszli do zadań konstrukcyjnych.



**Rozdział 17. Fizyka atomowa (12 h + 2 h temat fakultatywny)**

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (2 h)	<b>Temat fakultatywny.</b> Promieniowanie termiczne	XI.1	I, IV	I.1
2. (2 h)	Efekt cieplarniany	VI.1, VI.2, VI.7, XI.1	I, II	I.2, I.7, I.16
3. (2 h)	Efekt fotoelektryczny	XI.6	I, IV	I.17
4. (2 h)	Foton jako cząstka	XI.2, XI.5	I, II, V	I.1, I.3, I.4, I.5, I.19
5. (2 h)	Falowa natura materii	XI.2, XI.7	I, IV, V	I.17, I.17
6. (2 h)	Widma emisyjne i absorpcyjne gazu	XI.2, XI.4, XI.5, XI.10	I, IV, V	I.2, I.10, I.11, I.12, I.16
7. (1 h)	Powtórzenie			
8. (1 h)	Sprawdzian			

Zakończenie nauczania fizyki w liceum fizyką współczesną wydaje się logiczne, ale zdobycia wiadomości z tej dziedziny nie można traktować jako zakończenia edukacji, bo nie wyczerpują one całej wiedzy z dziedziny fizyki. Przed absolwentami klas z fizyką rozszerzoną pozostaje do odkrycia wiele tajemnic przyrody. Ile z nich zostanie rozwiązanych, będzie zależec między innymi od tego, ilu i w jakim stopniu zaangażowanych odkrywców wychowa szkoła średnia.

## Rozdział 18. Fizyka jądrowa i relatywistyczna (18 h + 4 h na tematy fakultatywne)

Lp.	Treści nauczania	Wymagania		
		merytoryczne	ogólne	przekrojowe
1. (1 h)	Jądro atomowe	XII.5	I	I.2, I.16
2. (2 h)	Reakcje jądrowe	XII.6, XII.7, XII.8	II	I.2, I.3
3. (2 h)	Promieniowanie jądrowe	XII.9, XII.12, XII.13, XII.14	IV	I.2, I.6, I.17
4. (2 h)	Prawo rozpadu promieniotwórczego	XII.10, XII.11, XII.12	II, IV	I.3, I.4
5. (2 h)	Masa a energia	XII.3, XII.8	I, II	I.2, I.3, I.4
6. (2 h)	Energia jądrowa	XII.8, XII.15, XII.16	II, IV	I.3, I.4, I.6, I.7, I.18
7. (1 h)	Synteza termojądrowa	XII.17	IV	I.6, I.7, I.18
8. (3 h)	Energia całkowita w STW	XII.1, XII.4, XII.2	I, II, IV	I.3, I.4, I.7
9. (1 h)	<b>Temat fakultatywny.</b> Ewolucja gwiazd	XII.17, XII.18	IV	I.2, I.16, I.17
10. (2 h)	<b>Temat fakultatywny.</b> Ewolucja Wszechświata	IV.10	IV	I.1, I.7, I.16, I.17, I.18, I.19
11. (2 h)	Powtórzenie			
12. (2 h)	Sprawdzian			

Zagadnienia poświęcone fizyce jądrowej omawiamy informacyjnie. Można je interesująco przedstawić, nawiązując do różnych „gorących” tematów, jak m.in.:

- ▶ energetyka i elektrownie jądrowe,
- ▶ sprawa bezpieczeństwa w wykorzystywaniu materiałów radioaktywnych,
- ▶ ewolucja gwiazd i pochodzenie ciężkich pierwiastków na Ziemi,
- ▶ hasło: każdy z nas jest zbudowany z pozostałości gwiazdy, która już nie istnieje.

## V. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Celem prezentowanego programu jest przygotowanie młodych ludzi do życia w dynamicznie zmieniającym się społeczeństwie dzięki wykształceniu u nich odpowiednich kompetencji i umiejętności, ze szczególnym naciskiem na potrzebę ciągłego doskonalenia się, uaktualniania i pogłębiania wiedzy oraz nabywania nowych i doskonalenia posiadanych umiejętności. Celem programu jest również ukazanie uczniom znaczenia fizyki w procesie rozwoju gospodarczego i społecznego oraz w codziennym życiu, a także rozbudzenie w nich zainteresowania zjawiskami w otaczającym świecie. Ponadto obecnie, w epoce chaosu informacyjnego, umiejętności zdobyte na lekcjach fizyki powinny ułatwić uczniom ocenę otrzymywanych wiadomości pod względem prawdziwości i rzetelności.

Przy takich założeniach istotny jest proces zdobywania wiedzy oparty na aktywności uczniów. Dzięki niej konstruują oni swoją wiedzę, a nie przyjmują jej biernie od nauczyciela. Nauczyciel powinien tworzyć takie sytuacje dydaktyczne, aby uczniowie mogli wykorzystać wszystkie formy swojej aktywności i opanować możliwie trwale konieczne umiejętności. Wiąże się to ze stosowaniem różnych metod i form pracy, z dbałością o atrakcyjność zajęć, a także ze stwarzaniem na bieżąco możliwości dokonywania przez uczniów samooceny i samokontroli w zakresie zdobywanych wiadomości, umiejętności i postaw. Tym działaniom powinny towarzyszyć zapewnienie bezpieczeństwa i dbałość o przestrzeganie zasad BHP oraz – oczywiście – atmosfera sprzyjająca rozwojowi intelektualnemu.

W celu zapewnienia jak najlepszych warunków umożliwiających aktywność uczniów zarówno na lekcjach, jak i na zajęciach pozalekcyjnych, szkoła powinna zadbać o wyposażenie pracowni fizycznej w odpowiedni sprzęt i umożliwić uczniom korzystanie z różnorodnych technologii informacyjno-komunikacyjnych (m.in. portali, aplikacji, narzędzi, sprzętu mobilnego), a także zgromadzić w bibliotece szkolnej odpowiednią literaturę (m.in. poradniki, encyklopedie, czasopisma i inną literaturę popularnonaukową). Nauczyciel zaś – jako organizator procesu dydaktycznego – powinien jak najczęściej stawiać uczniów w różnych sytuacjach problemowych, biorąc pod uwagę ich możliwości intelektualne i kierując się indywidualizacją procesu nauczania.

Jedną z najlepszych form zdobywania wiedzy i kształtowania umiejętności jest wykonywanie przez uczniów jak największej liczby doświadczeń. Słabe wyposażenie pracowni nie powinno być przeszkodą; do przeprowadzania doświadczeń często wystarczą przedmioty codziennego użytku. Nieocenionym narzędziem jest telefon komórkowy z wbudowaną kamerą i odpowiednimi darmowymi aplikacjami. Należy korzystać z innowacyjnych pomysłów uczniów. Doświadczenia mogą być wykonywane w grupach lub jako pokazy. Celowe jest wykonywanie doświadczeń pokazowych przez samych uczniów, oczywiście pod czujnym okiem nauczyciela. Powinno ono być poprzedzone planowaniem przebiegu eksperymentu, a zakończone opracowywaniem i prezentowaniem jego wyników w różnej formie (tabel, wykresów, wniosków), z uwzględnieniem szacowania niepewności pomiarowych. Wówczas uczniowie wprowadzą w życie podstawy rozumowania naukowego, wyjaśniając zjawiska fizyczne w sposób naukowy, z wykorzystaniem wyników i dowodów naukowych. Tę umiejętność powinni przenosić na inne aspekty życia społecznego i poszukiwanie obiektywnej prawdy.

W celu uatrakcyjnienia zajęć i zaoszczędzenia czasu można korzystać z gotowych doświadczeń w postaci filmów, symulacji czy animacji. Mogą one również być przydatne do tworzenia ciekawych sytuacji problemowych i być tematem merytorycznej dyskusji. W przypadku symulacji uczniowie mogą wpływać na przebieg zjawisk, odpowiednio zmieniając parametry. Jest to również sposób mobilizowania ich do większej aktywności, bo po obejrzeniu sfilmowanych doświadczeń mogą próbować samodzielnie je weryfikować. Samodzielne stworzenie programu do symulacji, np. z wykorzystaniem programu Mathematica, języka Python, a nawet arkusza kalkulacyjnego, jest okazją do połączenia fizyki z algorytmiką i informatyką, a uczniów interesujących się komputerami może zainteresować zjawiskami fizycznymi.

Uniwersalną i aktywną metodą nauczania-uczenia się jest projekt. Umożliwia on uczniom pogłębienie ważnych umiejętności, np. zdolności skutecznego planowania pracy, efektywnej współpracy i komunikacji, a także prezentacji pracy i samooceny. Młodzi ludzie uczą się rozwiązywać konkretne problemy, a tym samym samodzielnie zdobywać wiedzę, szukając informacji i na bieżąco je analizując, po czym prezentować efekty pracy, własnej i zespołowej. Wymagane jest poprawne posługiwanie się językiem fizyki i matematyki oraz językiem ojczystym. Ważne jest też zwrócenie uwagi na rozróżnianie znaczenia pojęć w języku potocznym i języku fizyki.

Inną formą wyrabiania nawyku poszerzania wiedzy i korzystania z materiałów źródłowych jest samodzielne wyszukiwanie potrzebnych materiałów. Wybiórcze (selektywne) poszukiwanie informacji wymaga sporządzania notatek i ciągłej ich weryfikacji. Młodzi ludzie uczą się analizować informacje, uogólniać je i wyrażać w sposób precyzyjny swoje spostrzeżenia, a następnie przedstawiać je np. w postaci referatu.

Kolejną metodą pobudzania aktywności intelektualnej uczniów jest praca z tekstem popularnonaukowym – forma zainteresowania ich nieznanymi wcześniej faktami naukowymi. Jest to jednocześnie okazja do pogłębiania umiejętności przetwarzania informacji i logicznego formułowania myśli, a także do zainteresowania przedmiotem.

Tradycyjną formą aktywności uczniów na lekcjach fizyki jest rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych o różnych stopniach trudności. Ich dobór można uzależnić od możliwości uczniów. Takie zadania mają na celu wykształcenie umiejętności swobodnego posługiwania się wielkościami fizycznymi i ich jednostkami oraz metodami matematycznymi, a przede wszystkim – rozumienia zjawisk fizycznych. Od uczniów często wymaga się wypowiedzi pisemnych, które powinny charakteryzować precyzyjne posługiwanie się pojęciami i językiem charakterystycznymi dla fizyki.

## VI. Ocenianie osiągnięć ucznia

### 1. Dlaczego oceniamy

W rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z 30 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania egzaminów i sprawdzianów w szkołach publicznych czytamy:

§ 2.1. pkt. 2. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych ucznia polega na rozpoznawaniu przez nauczycieli poziomu i postępów w opanowaniu przez ucznia wiadomości i umiejętności w stosunku do wymagań edukacyjnych wynikających z podstawy programowej, określonej w odrębnych przepisach, i realizowanych w szkole programów nauczania uwzględniających tę podstawę.

[...]

§ 3.1. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych i zachowania ucznia odbywa się w ramach oceniania wewnątrzszkolnego.

[...]

§ 3.1. pkt. 2. Ocenianie wewnątrzszkolne ma na celu:

- 1) informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych i jego zachowaniu oraz postępach w tym zakresie,
- 2) udzielanie uczniowi pomocy w samodzielnym planowaniu swojego rozwoju,
- 3) motywowanie ucznia do dalszych postępów w nauce i zachowaniu,
- 4) dostarczenie rodzicom i nauczycielom informacji o postępach, trudnościach i specjalnych uzdolnieniach ucznia,
- 5) umożliwienie nauczycielom doskonalenia organizacji metod pracy dydaktyczno-wychowawczej.

### 2. Znaczenie oceny i oceniania

1. Ocenianie osiągnięć uczniów to pozyskiwanie wiedzy o wynikach uczenia się i komunikowanie tej informacji. Ocenianie opiera się na współdziałaniu i wymianie informacji między nauczycielem a uczniem.
2. Ocena szkolna składa się ze stopnia szkolnego oraz komentarza na temat znaczenia tego stopnia.
3. Systematyczne informowanie ucznia o wyniku uczenia się jest niezbędne do zwiększenia skuteczności uczenia się.
4. Postęp dydaktyczny w ocenianiu szkolnym polega na racjonalizacji funkcji oceny szkolnej i zwiększaniu wartości informacyjnej tej oceny.
5. Wychowawcza rola ocen szkolnych rośnie wraz z ich obiektywizmem.

### 3. Co oceniamy w fizyce

Przy przeprowadzaniu śródrocznej i rocznej klasyfikacji uczniów z fizyki należy brać pod uwagę następujące elementy świadczące o poziomie wykształcenia ucznia:

1. wiadomości teoretyczne dotyczące zjawisk, praw i wielkości fizycznych,

2. umiejętności: obserwacji, opisu i wyjaśniania zjawisk fizycznych (występujących zarówno w pracowni fizycznej, jak i w otoczeniu),
3. znajomość związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami fizycznymi,
4. umiejętność stosowania pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych,
5. umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych i wyciągania wniosków z obliczeń,
6. umiejętność planowania, wykonywania i opracowywania wyników eksperymentów laboratoryjnych,
7. umiejętność stawiania hipotez i wskazywania sposobów ich sprawdzania,
8. sposób formułowania własnych myśli, zarówno w formie ustnej, jak i pisemnej,
9. umiejętność czerpania informacji naukowych z literatury naukowej i popularnonaukowej, filmów, programów komputerowych, obserwacji otoczenia oraz innych źródeł,
10. umiejętność krytycznej selekcji informacji oraz prezentowanie i uzasadnianie własnych poglądów,
11. pozalekcyjne i pozaszkolne zainteresowanie problemami fizyki i techniki,
12. trwałość zdobytej wiedzy.

#### **4. Wymagania na poszczególne oceny**

**Ocenę niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ nie opanował podstawowych pojęć i praw fizyki w stopniu pozwalającym na dalsze zdobywanie wiedzy,
- ▶ popełnia poważne błędy, opisując zjawiska i podając wielkości fizyczne, które tych zjawisk dotyczą.

**Ocenę dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ wykazuje braki w znajomości praw i zasad fizyki ujętych w podstawie programowej oraz popełnia błędy w przedstawianiu ich w formie słownej i matematycznej, błędy te jednak nie przekreślają dalszej możliwości kształcenia,
- ▶ wymienia zjawiska fizyczne ujęte w podstawie programowej i omawiane na lekcjach, lecz popełnia nieznaczne błędy w ich opisie,
- ▶ wymienia podstawowe wielkości fizyczne potrzebne do opisanie poznanych zjawisk, ale popełnia błędy w ich definiowaniu,
- ▶ wybiera przyrządy do pomiaru poznanych wielkości fizycznych,
- ▶ rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dostateczną** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności na stopień dopuszczający, a ponadto:

- ▶ wyjaśnia niewykraczające poza podstawę programową zależności między wielkościami fizycznymi opisującymi zjawiska poznane na lekcjach,
- ▶ opisuje i wyjaśnia typowe zjawiska omawiane na lekcjach,
- ▶ opisuje wykonywane na lekcjach doświadczenia i ćwiczenia,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dobrą otrzymuje uczeń**, który spełnia wymagania przewidziane na stopień dostateczny, a ponadto:

- ▶ wyjaśnia ćwiczenia i pokazy wykonywane na lekcjach,
- ▶ prezentuje, analizuje i interpretuje wyniki doświadczeń, przewiduje wystąpienie określonych zjawisk na podstawie ogólnych zasad i praw fizyki,
- ▶ planuje czynności w celu wywołania zjawiska,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o średnim stopniu trudności.

**Ocenę bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

- ▶ stosuje poznane prawa do rozwiązywania nietypowych problemów występujących w otaczającej rzeczywistości,
- ▶ planuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające określoną tezę,
- ▶ wykorzystuje wiadomości i umiejętności z innych przedmiotów przy rozwiązywaniu problemów z fizyki,
- ▶ wykorzystuje wiadomości pochodzące ze środków masowego przekazu,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o zwiększonym stopniu trudności.

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

- ▶ rozwiązuje trudne zadania problemowe, rachunkowe i doświadczalne wymagające łączenia różnych wymagań szczegółowych i ogólnych Podstawy programowej.

Dobrze przeprowadzona kontrola i ocena wyników nauczania:

- ▶ dostarcza nauczycielowi informacji o jego pracy,
- ▶ dostarcza rodzicom lub opiekunom danych o pracy ucznia,
- ▶ zachęca ucznia do dalszej nauki; pomaga mu dostrzegać, a następnie usuwać własne braki,
- ▶ stanowi podstawę procesów selekcyjnych (promocja do następnej klasy, przejście do szkoły wyższego szczebla),
- ▶ odzwierciedla jakość i zakres kompetencji uzyskanych przez absolwenta szkoły.