

**Wydawnictwo Nowa Era**

**Marcin Braun  
Weronika Śliwa**

# **Odkryć fizykę**

**Program nauczania fizyki  
dla szkół ponadgimnazjalnych  
zakres podstawowy**

**Warszawa 2012**

## Spis treści

I Wprowadzenie .....	s. 2
II Podstawowe założenia programu .....	s. 3
III Cele kształcenia i wychowania .....	s. 5
IV Treści nauczania .....	s. 7
V Opis założonych osiągnięć ucznia – część ogólna .....	s. 8
VI Opis założonych osiągnięć ucznia – część szczegółowa .....	s. 10
VII Rozkłady materiału .....	s. 18
VIII Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania .....	s.26
IX Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia .....	s. 29

## I Wprowadzenie

Niniejszy program stanowi opis sposobu realizacji celów kształcenia i zadań edukacyjnych zgodny z **Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz. U. z 2012 r. poz. 977)**, w części dotyczącej nauczania fizyki w zakresie podstawowym czwartego etapu edukacyjnego. Program może być stosowany we wszystkich typach szkół ponadgimnazjalnych.

Program został opracowany do realizacji w ciągu 30 godzin lekcyjnych. Ewentualne dodatkowe godziny można przeznaczyć na rozwiązanie większej liczby zadań problemowych i obliczeniowych oraz realizację tematów dodatkowych. Szczegółowe propozycje ich wykorzystania przedstawiamy w rozdziale „Rozkłady materiału”.

## II Podstawowe założenia programu

Program obejmuje wszystkie treści kształcenia (wymagania szczegółowe) zawarte w *Podstawie programowej*. Jednak za najważniejsze uważamy uwzględnienie celów kształcenia (wymagań ogólnych) oraz zalecanych warunków i sposobu realizacji, czyli tych elementów *Podstawy*, które określają sposób nauczania. Dlatego też **skupiamy się przede wszystkim na rozumieniu treści**, a nie na ich formalnym sformułowaniu czy opisie matematycznym. Uczniowie bardziej zainteresowani ilościowym ujęciem zagadnień i mający wystarczające zdolności do jego opanowania będą mogli rozwijać swoje umiejętności w zakresie rozszerzonym.

### Układ materiału

Kolejność działów odpowiada ich układowi w *Podstawie programowej*.

Stąd jako pierwsze omawiane są zagadnienia z zakresu grawitacji i astronomii (do działu tego, podobnie jak w *Podstawie programowej*, włączono opis ruchu jednostajnego po okręgu). Proponujemy rozpocząć od tematu „Z daleka i z bliska”, który przedstawia przyrodę w dużej rozpiętości skali – od kosmologicznej po mikroskopową. Niektóre zagadnienia astronomiczne przenieśliśmy jednak do działu trzeciego „Fizyka jądrowa”, gdyż do ich zrozumienia potrzebna jest wiedza o reakcjach jądrowych zachodzących w gwiazdach.

Dział drugi „Fizyka atomowa” rozpoczynamy od objaśnienia efektu fotoelektrycznego. Jego omówienie pozwala wprowadzić pojęcie fotonu potrzebne przy wyjaśnianiu powstawania widm. Później przybliżamy odkrycia z zakresu fizyki atomowej przedstawione w kolejności chronologicznej: zaczynamy od wzoru Balmera opisującego dane doświadczalne, aby uczniowie zrozumieli, jak dużym sukcesem było ich wyjaśnienie na gruncie modelu Bohra.

W ostatnim dziale „Fizyka jądrowa” stosujemy, podobnie jak w poprzednim, historyczną kolejność omawiania zagadnień: najpierw prezentujemy różne rodzaje promieniowania, a następnie wyjaśniamy, w jaki sposób powstają.

### Rola opisu matematycznego

Zgodnie z założeniem *Podstawy programowej kształcenia ogólnego* w procesie nauczania fizyki należy w uczeniu wykształcić m.in. umiejętność myślenia matematycznego polegającą na wykorzystywaniu narzędzi matematyki i fizyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym.

Jedną z podstawowych różnic pomiędzy nauczaniem fizyki w zakresie podstawowym a jej nauczaniem w zakresie rozszerzonym dotyczy roli aparatu matematycznego. W zakresie podstawowym ogranicza się go do minimum. Rozwiązywanie zadań obliczeniowych nie jest celem samym w sobie, ale środkiem do głównego założonego celu, którym jest zrozumienie pojęć fizycznych i praw przyrody.

### Korelacja z podstawą programową matematyki

W żadnym wypadku nie korzystamy z umiejętności matematycznych, których uczniowie nie poznali w gimnazjum. O szczegółach piszemy poniżej, w rozdziale „Procedury osiągnięcia celów”.

## **Rola elementów historycznych**

Przekazywana w szkole wiedza często robi wrażenie zamkniętej, skończonej całości, którą uczeni i nauczyciele od dawna znają, a uczniowie powinni przyswoić. Taki obraz nauki jest z gruntu fałszywy, a przy tym szkodliwy. Aby mu zapobiec, możemy przedstawiać historyczny rozwój fizyki, nie stroniąc od pytań do dziś pozostających bez odpowiedzi. Tematy fizyczne, a zwłaszcza astronomiczne, omawiane w szkole ponadgimnazjalnej stwarzają takie możliwości, a przy tym są dla uczniów bardzo interesujące. Można chociażby zadać sobie pytanie o pozaziemskie życie w kosmosie.

## **Rola tematów dodatkowych**

Oprócz zagadnień obowiązkowych proponujemy kilka tematów dodatkowych, nieujętych w *Podstawie programowej*. Ich realizacja zależy od możliwości uczniów i opinii nauczyciela (konkretne sugestie podajemy w rozkładzie materiału w dalszej części programu). Obejmują one zagadnienia interesujące dla wielu młodych ludzi: obserwacje astronomiczne, ewolucję gwiazd, a także budowę lasera i falowe właściwości materii.

## **Materiały do realizacji programu**

Do zrealizowania programu przydatne będą ściśle z nim skorelowane: podręcznik oraz ściśle z nim skorelowane „Ćwiczenia i zadania” – publikacja zawierająca, oprócz typowych zadań, także ćwiczenia do rozwiązania bezpośrednio w zbiorze.

Dla nauczyciela przydatny będzie poradnik zawierający wskazówki dotyczące realizacji każdego z tematów, wprowadzenia do każdego z działów ułatwiający zainteresowanie uczniów (zawierające m.in. najnowsze informacje z danej dziedziny), karty pracy, uwagi metodyczne do kart pracy, testy, plan wynikowy, przedmiotowy system oceniania i rozkład materiału.

### **III Cele kształcenia i wychowania**

Nauczyciel, niezależnie od tego, jakiego przedmiotu uczy, wychowuje swoich uczniów. Nauczanie fizyki, bez względu na tematykę nauczanego działu programu, stwarza okazję nie tylko do przekazania uczniom wiedzy i wyrobienia w nich cennych umiejętności, ale także do wzmacniania ich pozytywnych cech osobowości. Do najważniejszych celów należą więc:

#### **1. Kształtowanie wiedzy i umiejętności ucznia z zakresu fizyki i nauk przyrodniczych poprzez:**

- zapoznanie ucznia z podstawowymi prawami przyrody dającymi możliwość zrozumienia otaczających go zjawisk i zasad działania ważnych obiektów technicznych, a także wyzwań stojących przed dzisiejszą nauką;
- rozwijanie zainteresowań ucznia w zakresie fizyki i astronomii oraz innych przedmiotów matematyczno-przyrodniczych;
- utrwalenie umiejętności analizy związków przyczynowo-skutkowych oraz odróżniania skutku od przyczyny i związku przyczynowo-skutkowego od koincydencji;
- trening umiejętności samodzielnego planowania i przeprowadzenia obserwacji i pomiarów oraz starannego opracowywania i interpretacji ich wyników;
- utrwalenie umiejętności rozwiązywania zadań problemowych i rachunkowych;
- ukazanie fizyki i astronomii jako powiązanych ze sobą nauk ukazujących miejsce ludzkości we Wszechświecie i dostarczających informacji o jego wpływie na dalsze losy naszej cywilizacji;
- przedstawienie uczniowi wybranych nowych odkryć naukowych i przygotowanie go do samodzielnego zdobywania wiedzy na temat aktualnych badań;
- przygotowanie uczniów do samodzielnej oceny nowych technologii opartych na zjawiskach promieniotwórczości i energii jądrowej;
- przygotowanie ucznia do nauki fizyki oraz innych przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i technicznych na poziomie rozszerzonym.

#### **2. Kształtowanie pozytywnych relacji ucznia z otoczeniem poprzez:**

- wzbudzanie ciekawości świata;
- ukazywanie sensu troski o środowisko naturalne;
- wskazywanie korzyści wynikających z podejmowania pracy zespołowej;
- docenianie wysiłku innych;
- budzenie odpowiedzialności za własne bezpieczeństwo;
- wyrabianie nawyku dbałości o cudze mienie – szkolne przyrządy, urządzenia i materiały.

#### **3. Wzbogacanie osobowości ucznia poprzez:**

- kształtowanie zdolności samodzielnego, logicznego myślenia;
- wyrabianie umiejętności wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy źródeł informacji;
- kształtowanie umiejętności interesującego przekazywania samodzielnie zdobytej wiedzy i umiejętności prowadzenia rzeczowej dyskusji;
- zachęcanie do samokształcenia, dociekliwości, systematyczności;
- budzenie odpowiedzialności za siebie i innych oraz wyrabianie nawyku poszanowania dla powierzonego mienia;

– utrwalanie umiejętności związanych z samodzielną organizacją obserwacji i pomiarów.

**4. Zachęcanie do nauki fizyki w zakresie rozszerzonym** (w liceach i technikach) poprzez:

- rozbudzanie zaciekawienia przedmiotem z wykorzystaniem zagadnień omawianych w zakresie podstawowym;
- przywoływanie przykładów ciekawych zjawisk, na których wyjaśnienie pozwala dopiero wiedza przekazywana w zakresie rozszerzonym;
- przekazanie uczniom informacji o zawodach, które wymagają znajomości fizyki, o kierunkach studiów, na których jest ona wykładana oraz o możliwości studiowania fizyki i nauk technicznych na tzw. kierunkach zamawianych.

## **IV Treści nauczania**

### **Dział 1. Astronomia i grawitacja**

1. Z daleka i z bliska

*Temat dodatkowy. Amatorskie obserwacje astronomiczne*

2. Układ Słoneczny

3. Księżyc – towarzysz Ziemi

4. Gwiazdy i galaktyki

5. Ruch krzywoliniowy

6. Siła dośrodkowa

7. Grawitacja

8. Siła grawitacji jako siła dośrodkowa

9. Loty kosmiczne

10. Trzecie prawo Keplera

11. Ciężar i nieważkość

### **Dział 2. Fizyka atomowa**

12. Efekt fotoelektryczny

13. Promieniowanie ciał

14. Atom wodoru

15. Jak powstaje widmo wodoru

*Temat dodatkowy. Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?*

*Temat dodatkowy. Jak działa laser*

### **Dział 3. Fizyka jądrowa**

16. Jądro atomowe

17. Promieniowanie jądrowe

18. Reakcje jądrowe

19. Czas połowicznego rozpadu

20. Energia jądrowa

21. Deficyt masy

*Temat dodatkowy. Życie Słońca*

*Temat dodatkowy. Życie gwiazd*

22. Wszechświat

## V Opis założonych osiągnięć ucznia – część ogólna

Opis planowanych ogólnych osiągnięć ucznia podajemy z podziałem na poszczególne poziomy, co ułatwi nauczycielom określenie szczegółowych wymagań na poszczególne oceny, zgodnie z realiami danej szkoły i przyjętym systemem oceniania. **W opisie wymagań na poszczególne oceny ujęto wymagania dodatkowe w stosunku do wymagań obowiązujących na wszystkich niższych poziomach, co oznacza że na każdym poziomie obowiązują także wszystkie wymagania z poziomów niższych.** Trzeba jednak pamiętać, że szkoły ponadgimnazjalne, nawet jednego typu, bardzo różnią się między sobą, dlatego osiągnięcia uczniów w danej szkole mogą się różnić od proponowanych poniżej.

Na ocenę **dopuszczającą** uczeń:

- rozróżnia i wymienia podstawowe pojęcia fizyczne i astronomiczne;
- rozróżnia i podaje własnymi słowami treść podstawowych praw i zależności fizycznych;
- podaje poznane przykłady zastosowań praw i zjawisk fizycznych w życiu codziennym;
- oblicza, korzystając z definicji, podstawowe wielkości fizyczne;
- planuje i wykonuje najprostsze doświadczenia samodzielnie lub trudniejsze w grupach;
- opisuje doświadczenia i obserwacje przeprowadzane na lekcji i w domu;
- wymienia zasady bhp obowiązujące w pracowni fizycznej oraz w trakcie obserwacji pozaszkolnych.

Na ocenę **dostateczną** uczeń:

- rozróżnia i wymienia pojęcia fizyczne i astronomiczne;
- rozróżnia i podaje treść (własnymi słowami) praw i zależności fizycznych;
- podaje przykłady zastosowań praw i zjawisk fizycznych;
- podaje przykłady wpływu praw i zjawisk fizycznych i astronomicznych na nasze codzienne życie;
- rozwiązuje proste zadania, wykonując obliczenia dowolnym poprawnym sposobem;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia i obserwacje;
- analizuje wyniki przeprowadzanych doświadczeń oraz formułuje wnioski z nich wynikające, a następnie je prezentuje;
- samodzielnie wyszukuje informacje na zadany temat we wskazanych źródłach informacji (np. książkach, czasopiśmie, internecie), a następnie prezentuje wyniki swoich poszukiwań;

Na ocenę **dobrą** uczeń:

- wyjaśnia zjawiska fizyczne za pomocą praw przyrody;
- rozwiązuje zadania i problemy teoretyczne, stosując obliczenia;
- planuje i wykonuje doświadczenia, analizuje otrzymane wyniki oraz formułuje wnioski wynikające z doświadczeń, a następnie prezentuje swoją pracę na forum klasy;
- samodzielnie wyszukuje informacje w różnych źródłach (np. książkach, czasopiśmie i internecie) oraz ocenia krytycznie znalezione informacje.

Na ocenę **bardzo dobrą** uczeń:

- rozwiązuje trudniejsze zadania problemowe, np. przewiduje rozwiązanie na podstawie analizy podobnego problemu bądź udowadnia postawioną tezę poprzez projektowanie serii doświadczeń;
- rozwiązuje trudniejsze zadania rachunkowe, stosując niezbędny aparat matematyczny,



posługując się zapisem symbolicznym;

– racjonalnie wyraża opinie i uczestniczy w dyskusji na tematy związane z osiągnięciami współczesnej nauki i techniki.

Na ocenę **celującą** uczeń:

– rozwiązuje trudne zadania problemowe, rachunkowe i doświadczalne o stopniu trudności odpowiadającym konkursom przedmiotowym.

## VI Opis założonych osiągnięć ucznia – część szczegółowa

Szczegółowy opis przedstawiamy w formie tabeli.

### Uwagi do tabeli:

1. Zagadnienia dotyczące tematów dodatkowych zostały w niej oznaczone kursywą.
2. W kolumnie „wymagania podstawowe” opisano wymagania na ocenę dopuszczającą i dostateczną, a w kolumnie „wymagania ponadpodstawowe” opisano wymagania na oceną dobrą i bardzo dobrą.
3. Na każdym poziomie obowiązują także zagadnienia z poziomów niższych.
4. W ostatniej kolumnie podano, zgodnie z oznaczeniami przyjętymi w *Podstawie programowej*: cyframi arabskimi numery zagadnień określonych w części „Treści nauczania – wymagania szczegółowe” oraz cyframi rzymskimi – numery zagadnień określonych w części „Cele kształcenia – wymagania ogólne”. Wymagania ogólne będą też realizowane podczas innych lekcji.

Zagadnienie	Poziom		Numer zagadnienia z Podstawy programowej
	podstawowy Uczeń:	ponadpodstawowy Uczeń:	
<b>ASTRONOMIA I GRAWITACJA</b>			
Z daleka i z bliska	<ul style="list-style-type: none"> <li>– porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie (galaktyki, gwiazdy, planety, ciała makroskopowe, organizmy, cząsteczki, atomy, jądra atomowe)</li> <li>– posługuje się jednostką odległości „rok świetlny”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozwiązuje zadania związane z przedstawianiem obiektów bardzo dużych i bardzo małych w odpowiedniej skali</li> </ul>	1.11; 3.1
<i>Amatorskie obserwacje astronomiczne</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>odnajduje na niebie kilka gwiazdozbiorów i Gwiazdę Polarną</i></li> <li>– <i>wyjaśnia ruch gwiazd na niebie za pomocą ruchu obrotowego Ziemi</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>odnajduje na niebie gwiazdy, gwiazdozbiory i planety, posługując się mapą nieba (obrotową lub komputerową)</i></li> </ul>	III
Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>– opisuje miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym</li> <li>– wymienia nazwy i podstawowe własności przynajmniej trzech innych planet</li> <li>– wie, że wokół niektórych innych planet też krążą księżyce, a wokół niektórych gwiazd – planety</li> <li>– wyjaśnia obserwowany na niebie ruch planet wśród gwiazd jako złożenie ruchów obiegowych: Ziemi i obserwowanej planety</li> <li>– wymienia inne obiekty Układu Słonecznego: planetoidy, planety karłowate i komety</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– opisuje budowę planet, dzieląc je na planety skaliste i gazowe olbrzymy</li> <li>– porównuje wielkość i inne właściwości planet</li> <li>– odszukuje i analizuje informacje na temat aktualnych poszukiwań życia poza Ziemią</li> <li>– odróżnia pojęcia „życie pozaziemskie” i „cywilizacja pozaziemska”</li> <li>– stosuje pojęcia „teoria geocentryczna” i „teoria heliocentryczna”</li> </ul>	1. 7
Księżyc	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyjaśnia, dlaczego zawsze widzimy tę samą stronę Księżycy</li> <li>– opisuje następstwo faz Księżycy</li> <li>– opisuje warunki panujące na Księżycu</li> <li>– wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżycy</li> <li>– wyjaśnia mechanizm powstawania zaćmień Słońca i Księżycy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie, w której fazie Księżycy możemy obserwować zaćmienie Słońca, a w której Księżycy, i dlaczego nie następują one w każdej pełni i w każdym nowiu</li> <li>– wyjaśnia, dlaczego typowy mieszkaniec Ziemi częściej obserwuje zaćmienia Księżycy niż zaćmienia Słońca</li> </ul>	1. 8
Gwiazdy i galaktyki	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy</li> <li>– wie, że Słońce jest jedną z</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oblicza odległość do gwiazdy (w parsekach) na podstawie jej kąta paralaksy</li> </ul>	1. 9

	<p>gwiazd, a Galaktyka (Droga Mleczna) – jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie</p> <p>– wie, że gwiazdy świecą własnym światłem</p> <p>– przedstawia za pomocą rysunku zasadę wyznaczania odległości za pomocą paralaks geo- i heliocentrycznej</p>	<p>– posługuje się jednostkami: parsek, rok świetlny, jednostka astronomiczna</p> <p>– wyjaśnia, dlaczego Galaktyka widziana jest z Ziemi w postaci smugi na nocnym niebie</p>	
Ruch krzywoliniowy	<p>– przedstawia na rysunku wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym</p> <p>– opisuje ruch po okręgu, używając pojęć: „okres”, „częstotliwość”, „prędkość w ruchu po okręgu”</p>	<p>– wykonuje doświadczenia wykazujące, że prędkość w ruchu krzywoliniowym skierowana jest stycznie do toru</p> <p>– rozwiązuje proste zadania, wylicza okres, częstotliwość, prędkość w ruchu po okręgu</p>	1. 1
Siła dośrodkowa	<p>– zaznacza na rysunku kierunek i zwrot siły dośrodkowej</p> <p>– wyjaśnia, jaka siła pełni funkcję siły dośrodkowej w różnych zjawiskach</p> <p>– oblicza siłę dośrodkową</p>	<p>– korzystając ze wzoru na siłę dośrodkową, oblicza każdą z występujących w tym wzorze wielkości</p>	1. 2
Grawitacja	<p>– omawia zjawisko wzajemnego przyciągania się ciał za pomocą siły grawitacji</p> <p>– opisuje, jak siła grawitacji zależy od masy ciał i ich odległości</p> <p>– wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie</p>	<p>– oblicza siłę grawitacji działającą między dwoma ciałami o danych masach i znajdujących się w różnej odległości od siebie</p> <p>– korzystając ze wzoru na siłę grawitacji, oblicza każdą z występujących w tym wzorze wielkości</p> <p>– opisuje doświadczenie Cavendisha</p>	1. 3
Siła grawitacji jako siła dośrodkowa	<p>– wyjaśnia zależność pomiędzy siłą grawitacji i krzywoliniowym ruchem ciał niebieskich</p> <p>– opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi</p>	<p>– wyjaśnia wpływ grawitacji na ruch ciał w układzie podwójnym</p>	1. 5
Loty kosmiczne	<p>– podaje ogólne informacje na temat lotów kosmicznych</p> <p>– wymienia przynajmniej niektóre zastosowania sztucznych satelitów</p> <p>– omawia zasadę poruszania się sztucznego satelity po orbicie okołoziemskiej</p> <p>– posługuje się pojęciem „pierwsza prędkość kosmiczna”</p>	<p>– oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla różnych ciał niebieskich</p> <p>– oblicza prędkość satelity krążącego na danej wysokości</p>	1. 6
Trzecie prawo Keplera	<p>– przedstawia na rysunku eliptyczną orbitę planety z uwzględnieniem położenia Słońca</p> <p>– wie, że okres obiegu planety jest jednoznacznie</p>	<p>– wyjaśnia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie stałego położenia satelity względem powierzchni Ziemi</p> <p>– posługuje się III prawem Keplera w zadaniach obliczeniowych</p>	1. 6

	<p>wyznaczony przez średnią odległość planety od Słońca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stosuje pojęcie „satelita geostacjonarny”</li> <li>- podaje III prawo Keplera</li> </ul>		
Ciężar i nieważkość	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, w jakich warunkach powstają przeciążenie, niedociążenie i nieważkość</li> <li>- wyjaśnia przyczynę nieważkości w statku kosmicznym</li> <li>- wyjaśnia zależność zmiany ciężaru i niezmiennosc masy podczas przeciążenia i niedociążenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozwiązuje zadania obliczeniowe związane z przeciążeniem i niedociążeniem w układzie odniesienia poruszającym się z przyspieszeniem skierowanym w górę lub w dół</li> </ul>	1.4

FIZYKA ATOMOWA

Efekt fotoelektryczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisuje przebieg doświadczenia, podczas którego można zaobserwować efekt fotoelektryczny</li> <li>- ocenia na podstawie podanej pracy wyjścia dla danego metalu oraz długości fali lub barwy padającego nań promieniowania, czy zajdzie efekt fotoelektryczny</li> <li>- posługuje się pojęciem fotonu oraz zależnością między jego energią i częstotliwością</li> <li>- opisuje widmo fal elektromagnetycznych, szeregując rodzaje występujących w nim fal zgodnie z niesioną przez nie energią</li> <li>- opisuje bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, dlaczego założenie o falowej naturze światła nie umożliwia wyjaśnienia efektu fotoelektrycznego</li> <li>- oblicza energię i prędkość elektronów wybitych z danego metalu przez promieniowanie o określonej częstotliwości</li> </ul>	2. 6; 2. 4
Promieniowanie ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, że wszystkie ciała emitują promieniowanie</li> <li>- opisuje związek pomiędzy promieniowaniem emitowanym przez dane ciało oraz jego temperaturą</li> <li>- rozróżnia widmo ciągłe i widmo liniowe</li> <li>- podaje przykłady ciał emitujących widma ciągłe i widma liniowe</li> <li>- opisuje widmo wodoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odróżnia widma absorpcyjne od emisyjnych i opisuje ich różnice</li> </ul>	2. 1
Atom wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podaje postulaty Bohra</li> <li>- stosuje zależność między promieniem <math>n</math>-tej orbity a promieniem pierwszej orbity w atomie wodoru</li> <li>- oblicza prędkość elektronu na danej orbicie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, dlaczego wcześniejsze teorie nie wystarczały do opisanie widma atomu wodoru</li> </ul>	2. 2
Jak powstaje widmo wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykorzystuje postulaty Bohra i zasadę zachowania energii do opisu powstawania widma wodoru</li> <li>- oblicza energię i długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między określonymi orbitami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oblicza końcową prędkość elektronu poruszającego się po danej orbicie po pochłonięciu fotonu o podanej energii</li> <li>- ocenia obecną rolę teorii Bohra i podaje jej ograniczenia</li> </ul>	2. 3 2. 5
<i>Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>podaje argumenty na rzecz falowej i korpuskularnej natury światła</i></li> <li>- <i>podaje granice stosowalności obu teorii i teorię łączącą je w jedną</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>opisuje doświadczenia, w których można zaobserwować falową naturę materii</i></li> <li>- <i>oblicza długość fali materii określonych ciał</i></li> </ul>	III, IV
<i>Jak działa laser</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>wyjaśnia, czym światło lasera</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>wyjaśnia w przybliżeniu zjawisko</i></li> </ul>	III, IV

	<i>różni się od światła żarówki – wymienia przynajmniej niektóre zastosowania laserów</i>	<i>emisji wymuszonej</i>	
--	---	--------------------------	--

FIZYKA JĄDROWA			
Jądro atomowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– posługuje się pojęciami: „atom”, „pierwiastek chemiczny”, „jądro atomowe”, „izotop”, „liczba atomowa”, „liczba masowa”</li> <li>– podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby atomowej i liczby masowej pierwiastka/izotopu</li> <li>– wymienia cząstki, z których są zbudowane atomy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyjaśnia, dlaczego jądro atomowe się nie rozpada</li> <li>– wyjaśnia pojęcie „antymateria”</li> </ul>	3. 1
Promieniowanie jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wymienia właściwości promieniowania alfa, beta (minus) i gamma</li> <li>– charakteryzuje wpływ promieniowania na organizmy żywe</li> <li>– wymienia i omawia sposoby powstawania promieniowania</li> <li>– wymienia przynajmniej niektóre zastosowania promieniowania</li> <li>– zna sposoby ochrony przed promieniowaniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– porównuje przenikliwość znanych rodzajów promieniowania</li> <li>– porównuje szkodliwość różnych źródeł promieniowania (znajomość jednostek dawek nie jest wymagana)</li> <li>– opisuje zasadę działania licznika Geigera–Müllera</li> <li>– jeśli to możliwe, wykonuje pomiary za pomocą licznika Geigera–Müllera</li> </ul>	3. 3; 3. 6; 3. 7; 3. 8
Reakcje jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– odróżnia reakcje jądrowe od reakcji chemicznych</li> <li>– opisuje rozpad alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane) oraz sposób powstawania promieniowania gamma</li> <li>– opisuje reakcje jądrowe za pomocą symboli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– do opisu reakcji jądrowych stosuje zasadę zachowania ładunku i zasadę zachowania liczby nukleonów</li> </ul>	3. 5
Czas połowicznego rozpadu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– posługuje się pojęciami „jądro stabilne” i „jądro niestabilne”</li> <li>– opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego i posługuje się pojęciem „czas połowicznego rozpadu”</li> <li>– szkicuje wykres opisujący rozpad promieniotwórczy</li> <li>– wie, że istnieją izotopy o bardzo długim i bardzo krótkim czasie połowicznego rozpadu</li> <li>– rozwiązuje zadania obliczeniowe, w których czas jest wielokrotnością czasu połowicznego rozpadu</li> <li>– opisuje metodę datowania węglem <math>C_{14}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozwiązuje zadania obliczeniowe metodą graficzną, korzystając z wykresu przedstawiającego zmniejszanie się liczby jąder izotopu promieniotwórczego w czasie</li> </ul>	1. 10; 3. 4
Energia jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>– podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>– opisuje mechanizm rozpadu promieniotwórczego i syntezy termojądrowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przedstawia trudności związane z kontrolowaniem fuzji termojądrowej</li> <li>– opisuje działanie elektrowni jądrowej</li> <li>– przytacza i ocenia argumenty za</li> </ul>	3. 8; 3. 9; 3. 10



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, jakie reakcje zachodzą w elektrowni jądrowej, reaktorze termojądrowym, gwiazdach oraz w bombach jądrowych i termojądrowych</li> <li>- wyjaśnia, dlaczego Słońce świeci</li> <li>- podaje przykłady zastosowań energii jądrowej</li> </ul>	energetyką jądrową i przeciw niej	
Deficyt masy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia znaczenie wzoru <math>E = mc^2</math></li> <li>- posługuje się pojęciami: „deficyt masy”, „energia spoczynkowa”, „energia wiązania”</li> <li>- oblicza energię spoczynkową ciała o danej masie oraz deficyt masy podczas reakcji o danej energii</li> </ul>	- oblicza ilość energii wyzwolonej w podanych reakcjach jądrowych	3. 2; 3. 11
<i>Życie Słońca</i>	- <i>podaje wiek Słońca i przewidywany dalszy czas jego życia</i>	- <i>opisuje powstanie Słońca i jego dalsze losy</i> - <i>opisuje przemiany jądrowe, które będą zachodziły w Słońcu w przyszłych etapach jego życia</i>	3. 11;
<i>Życie gwiazd</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnia, że każda gwiazda zmienia się w czasie swojego życia</li> <li>- opisuje ewolucję gwiazdy w zależności od jej masy – opisuje typowe obiekty powstające pod koniec życia gwiazd małych i bardzo masywnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisuje życie gwiazd w zależności od masy</li> <li>- opisuje przemiany jądrowe zachodzące w gwiazdach w różnych etapach ich życia</li> <li>- wymienia podstawowe właściwości czerwonych olbrzymów, białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur</li> </ul>	3. 11
Wszechświat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wie, że Wszechświat powstał kilkanaście miliardów lat temu w Wielkim Wybuchu i od tego czasu się rozszerza</li> <li>- wyjaśnia, skąd pochodzi większość pierwiastków, z których zbudowana jest materia wokół nas i nasze organizmy</li> <li>- wyjaśnia, że obiekty położone daleko oglądamy takimi, jakimi były w przeszłości</li> </ul>	- wyjaśnia, że proces rozszerzania Wszechświata przyspiesza i że dziś jeszcze nie wiemy, dlaczego się tak dzieje	1. 12

## VII Rozkłady materiału

W tym rozdziale przedstawiamy wskazówki dotyczące tworzenia własnych rozkładów materiału, dostosowanych do danej szkoły i klasy oraz propozycje rozkładów materiału utworzonych zgodnie z tymi wskazówkami.

### Podstawowy rozkład materiału

Rozkład obejmuje tematy obowiązkowe z podręcznika. Jest ich 22, po dodaniu lekcji powtórzeniowych i przeznaczonych na sprawdzenie wiadomości w sumie otrzymujemy 29 godzin.

#### Dział 1. Astronomia i grawitacja

1. Z daleka i z bliska
2. Układ Słoneczny
3. Księżyc – towarzysz Ziemi
4. Gwiazdy i galaktyki
5. Ruch krzywoliniowy
6. Siła dośrodkowa
7. Grawitacja
8. Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
9. Loty kosmiczne
10. Trzecie prawo Keplera
11. Ciężar i nieważkość
- 12–14. Powtórzenie, praca klasowa, poprawa pracy klasowej

#### Dział 2. Fizyka atomowa

15. Efekt fotoelektryczny
16. Promieniowanie ciał
17. Atom wodoru
18. Jak powstaje widmo wodoru
19. Kartkówka i jej poprawa

#### Dział 3. Fizyka jądrowa

20. Jądro atomowe
21. Promieniowanie jądrowe
22. Reakcje jądrowe
23. Czas połowicznego rozpadu
24. Energia jądrowa
25. Deficyt masy
26. Wszechświat
- 27–29. Powtórzenie działów 2 i 3, praca klasowa, poprawa pracy klasowej

## Wykorzystanie większej liczby godzin

Ponieważ podstawowy rozkład obejmuje 29 godzin, minimum wynosi 30, a w praktyce bywa, że godzin w ciągu roku jest ich więcej, warto przeznaczyć dodatkowe lekcje na tematy, które wymagają ćwiczenia umiejętności rozwiązywania zadań rachunkowych. Proponujemy wybór tematów spośród poniższej listy. Tematy dodatkowe przedstawiamy w kolejności zgodnej z naszą oceną ich ważności.

- Efekt fotoelektryczny
- Deficyt masy
- Trzecie prawo Keplera
- Gwiazdy i galaktyki
- Jak powstaje widmo wodoru
- Czas połowicznego rozpadu

Można także dodać godzinę na powtórzenie działu 2, zwłaszcza jeśli nie dodaliśmy godzin do tematów z tego działu.

## Możliwość łączenia tematów

Jeśli chcemy zyskać godziny na tematy dodatkowe albo ćwiczenie umiejętności rozwiązywania zadań rachunkowych, niektóre krótsze tematy (zestawienie poniżej) możemy zrealizować na jednej lekcji.

- Grawitacja + Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
- Jądro atomowe + Promieniowanie jądrowe

## Realizacja tematów dodatkowych

### Temat „Amatorskie obserwacje astronomiczne”

Obserwacje astronomiczne mogą być interesujące dla wszystkich uczniów. Ten temat warto jednak realizować nie na lekcji w sali szkolnej, ale podczas wycieczki, wyjazdu w ramach zielonej szkoły itd., gdy mamy możliwości przeprowadzenia obserwacji z uczniami w praktyce.

### Tematy „Życie Słońca” oraz „Życie gwiazd – kosmiczna menażeria”

Tematy te mają charakter raczej popularnonaukowy. Zostały przewidziane do realizacji pod koniec roku szkolnego, można je więc zrealizować na lekcjach po klasyfikacji. Oba tematy można też połączyć i zrealizować na jednej lekcji.

### Tematy „Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?” oraz „Jak działa laser”

Tematy te (zwłaszcza drugi) są trudniejsze. Można je realizować w klasach, w których jest więcej uczniów uzdolnionych i zainteresowanych przedmiotem, zwłaszcza jeśli nie musimy poświęcać czasu na ćwiczenie umiejętności rozwiązywania zadań. W klasie o przeciętnym poziomie możemy z nich zrezygnować i wykorzystać je jako tematy do samodzielnego opracowania przez zdolniejszych uczniów lub na zajęciach kółka fizycznego. Warto to zrobić

tym bardziej, że lekcja „Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?” stanowi logiczne podsumowanie poprzednich tematów.

## **Przykład 1. Rozkład materiału na 30 godzin bez tematów nadobowiązkowych**

### **Dział 1. Astronomia i grawitacja**

1. Z bliska i z daleka
2. Układ Słoneczny
3. Księżyc – towarzysz Ziemi
4. Gwiazdy i galaktyki
5. Ruch krzywoliniowy
6. Siła dośrodkowa
7. Grawitacja
8. Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
9. Loty kosmiczne
10. Trzecie prawo Keplera
11. Ciężar i nieważkość
- 12–14. Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

### **Dział 2. Fizyka atomowa**

- 15–16. Efekt fotoelektryczny
17. Promieniowanie ciał
18. Atom wodoru
19. Jak powstaje widmo wodoru
20. Kartkówka i jej omówienie

### **Dział 3. Fizyka jądrowa**

21. Jądro atomowe
22. Promieniowanie jądrowe
23. Reakcje jądrowe
24. Czas połowicznego rozpadu
25. Energia jądrowa
26. Deficyt masy
27. Wszechświat
- 28–30. Powtórzenie działów 2 i 3, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

Dodatkowo w ramach wycieczki można zrealizować temat „Amatorskie obserwacje astronomiczne”.

**Przykład 2. Rozkład materiału na 35 godzin bez tematów dodatkowych  
np. dla klasy, której uczniowie nie są szczególnie uzdolnieni i zainteresowani fizyką**

**Dział 1. Astronomia i grawitacja**

1. Z daleka i z bliska (jest to jednocześnie lekcja wstępna)
2. Układ Słoneczny
3. Księżyc – towarzysz Ziemi
- 4–5. Gwiazdy i galaktyki
6. Ruch krzywoliniowy
7. Siła dośrodkowa
8. Grawitacja
9. Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
10. Loty kosmiczne
- 11–12. Trzecie prawo Keplera
13. Ciężar i nieważkość
- 14–16. Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

**Dział 2. Fizyka atomowa**

- 17–18. Efekt fotoelektryczny
19. Promieniowanie ciał
20. Atom wodoru
- 21–22. Jak powstaje widmo wodoru
23. Kartkówka i jej omówienie

**Dział 3. Fizyka jądrowa**

24. Jądro atomowe
25. Promieniowanie jądrowe
26. Reakcje jądrowe
- 27–28. Czas połowicznego rozpadu
29. Energia jądrowa
- 30–31. Deficyt masy
32. Wszechświat
- 33–35. Powtórzenie działów 2 i 3, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

Dodatkowo w ramach wycieczki można zrealizować temat „Amatorskie obserwacje astronomiczne”.

### **Przykład 3. Rozkład materiału na 35 godzin dla zdolniejszej klasy**

#### **Dział 1. Astronomia i grawitacja**

1. Z daleka i z bliska
2. Układ Słoneczny
3. Księżyc – towarzysz Ziemi
- 4–5. Gwiazdy i galaktyki
6. Ruch krzywoliniowy
7. Siła dośrodkowa
8. Grawitacja + Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
9. Loty kosmiczne
- 10–11. Trzecie prawo Keplera
12. Ciężar i nieważkość
- 13–15. Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

#### **Dział 2. Fizyka atomowa**

- 16–17. Efekt fotoelektryczny
18. Promieniowanie ciał
19. Atom wodoru
20. Jak powstaje widmo wodoru
21. *Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?*
22. *Jak działa laser?*
- 23–24. Powtórzenie działu. Kartkówka i jej omówienie

#### **Dział 3. Fizyka jądrowa**

25. Jądro atomowe
26. Promieniowanie jądrowe
27. Reakcje jądrowe
28. Czas połowicznego rozpadu
29. Energia jądrowa
30. Deficyt masy
31. *Życie Słońca. Życie gwiazd.*
32. Wszechświat
- 33–35. Powtórzenie działów 2 i 3, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

Dodatkowo w ramach wycieczki można zrealizować temat „Amatorskie obserwacje astronomiczne”.

#### **Przykład 4. Rozkład materiału na 45 godzin**

W niektórych szkołach średnich podział na klasy profilowane może nastąpić już w klasie pierwszej. Wówczas dodatkowe pół godziny tygodniowo z puli dyrektora szkoły można przeznaczyć na solidniejsze zrealizowanie zakresu podstawowego. Zaprocentuje to podczas realizacji zakresu rozszerzonego.

Najkorzystniejsze wydaje się w takim przypadku nauczanie fizyki w zakresie podstawowym tylko w pierwszym półroczu pierwszej klasy w wymiarze 3 godzin tygodniowo. W drugim półroczu można wówczas przejść do realizacji zakresu rozszerzonego.

Na lekcjach dodanych do obowiązkowych tematów można rozwiązywać trudniejsze zadania.

#### **Dział 1. Astronomia i grawitacja**

1. Z daleka i z bliska (jest to jednocześnie lekcja wstępna)
2. Układ Słoneczny
3. Księżyc – towarzysz Ziemi
- 4–5. Gwiazdy i galaktyki
6. Ruch krzywoliniowy
- 7–8. Siła dośrodkowa
9. Grawitacja
10. Siła grawitacji jako siła dośrodkowa
- 11–12. Loty kosmiczne
- 13–14. Trzecie prawo Keplera
15. Ciężar i nieważkość
- 16–18. Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej

#### **Dział 2. Fizyka atomowa**

- 19–20. Efekt fotoelektryczny
21. Promieniowanie ciał
22. Atom wodoru
- 23–24. Jak powstaje widmo wodoru
25. *Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?*
26. *Jak działa laser?*
- 27–29. Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie



### **Dział 3. Fizyka jądrowa**

- 30. Jądro atomowe
- 31. Promieniowanie jądrowe
- 32. Reakcje jądrowe
- 33–34. Czas połowicznego rozpadu
- 35–36. Energia jądrowa
- 37–38. Deficyt masy
- 39. *Życie Słońca*
- 40. *Życie gwiazd*
- 41. Wszechświat
- 42–44. Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie

Zagadnienia teoretyczne z tematu „Amatorskie obserwacje astronomiczne” realizujemy na lekcji w sali bezpośrednio przed wyjazdem na wycieczkę klasową (jest to brakująca godzina do 45. lekcji w rozkładzie), a zagadnienia praktyczne podczas wyjazdu klasowego. W sali uczniowie uczą się korzystania z mapy nieba, podczas wyjazdu prowadzą obserwacje.

## VIII Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Nauczanie na każdym etapie kształcenia powinno opierać się na wykorzystywaniu różnorodnych metod. W praktyce szkolnej ciągle zbyt wiele miejsca zajmuje wykład i rozwiązywanie zadań obliczeniowych. Są to oczywiście elementy niezbędne, ale nie mogą zastępować innych form, skłaniających uczniów do aktywnej pracy.

### Doświadczenia

**Doświadczenia to podstawowy sposób zarówno odkrywania, jak i nauczania fizyki.** Niestety, działy fizyki omawiane w szkole ponadgimnazjalnej nie dają wielu możliwości eksperymentowania. Tym ważniejsze jest więc wykorzystanie nadarżających się okazji.

- Doświadczalnie można badać ruch jednostajny po okręgu.
- Omawianie widm gazów można zilustrować pokazem świecących lamp wyładowczych. Uczniowie mogą zobaczyć widmo świetlówki i porównać je z widmem żarówki za pomocą siatki dyfrakcyjnej (rolę siatki może spełniać także płyta CD).
- W fizyce jądrowej ważnym doświadczeniem byłby pomiar promieniowania z różnych naturalnych źródeł. Liczniki Geigera–Müllera są niestety drogie, ale niektóre szkoły mogą je kupić lub wypożyczyć z odpowiednich instytucji.

### Doświadczenia modelowe

W przypadku zagadnień astronomicznych prowadzenie doświadczeń jest niemożliwe – nie mamy przecież wpływu na bieg ciał niebieskich. Możemy jednak prowadzić doświadczenia modelowe. Przykładem jest tutaj przedstawienie powstawania faz Księżyca za pomocą globusa i lampki.

Z kolei w fizyce atomowej i jądrowej wielu doświadczeń nie da się wykonać w warunkach szkolnych. Również wtedy można się posłużyć modelem.

### Filmy, animacje i symulacje

Innym rozwiązaniem, które można zastosować przy omawianiu zagadnień ze wszystkich działów programu nauczania, jest przedstawienie uczniom filmu lub symulacji komputerowej.

### Obserwacje astronomiczne

Podstawa programowa nie wymaga prowadzenia obserwacji astronomicznych. Dlatego też temat poświęcony temu zagadnieniu wprowadziliśmy jako temat dodatkowy. Zachęcamy jednak do jego realizacji, jeśli tylko nadarzą się ku temu odpowiednie warunki. W mniejszych miejscowościach czasami wystarczy wyjść ze szkoły, a w przypadku większych miast, w których obserwacje są utrudnione, można ten temat zrealizować podczas szkolnej wycieczki lub wyjazdu w ramach zielonej szkoły. Wiele obserwacji można przeprowadzić gołym okiem lub za pomocą najprostszych, niedrogich przyrządów, takich jak mała luneta czy lornetka.

**Obserwacje astronomiczne pozwalają zainteresować przedmiotem także uczniów, których zniechęciły do niego dotychczasowe trudności w nauce.** Pozwalają się one wykazać aktywnością szerszej grupie uczniów.

## Rozwiązywanie zadań obliczeniowych

Zgodnie z *Podstawą programową* uczniowie powinni rozwiązywać proste zadania obliczeniowe. Określenie „proste” nie jest jednoznaczne, ale niemal niemożliwe jest podanie jednoznacznego kryterium dla wszystkich typów szkół i wszystkich uczniów. Można je rozumieć następująco: zadania powinny być na tyle proste, aby służyły zrozumieniu oraz utrwalaniu pojęć i praw fizyki, i jednocześnie nie stanowiły dla ucznia głównej trudności w nauce fizyki.

W przypadku trudniejszych zadań uczniowie nie muszą rozwiązywać całego zadania na symbolach literowych i wyprowadzać ostatecznego wzoru, przedstawiającego szukane jako funkcję danych. Dla wielu uczniów taki sposób jest zbyt trudny. Zamiast tego można po kolei obliczyć wartości liczbowe potrzebnych wielkości.

Wyjaśnijmy to na przykładzie typu zadań, który jako obowiązkowy wprowadza *Podstawa programowa*: obliczanie prędkości elektronu wybitego z metalu przez foton o danej długości fali. Zamiast wyprowadzać ogólny wzór, który dla wielu uczniów jest bardzo skomplikowany, można obliczyć po kolei wartości liczbowe: częstotliwość fotonu, jego energię, energię wybitego elektronu i wreszcie jego prędkość.

Gdy pracujemy z uczniami o zróżnicowanym poziomie, możemy przedstawić różne sposoby rozwiązywania zadań. Wówczas uczniowie szczególnie uzdolnieni i zainteresowani przygotowują się lepiej do nauki w zakresie rozszerzonym, a pozostali opanują umiejętność rozwiązywania zadań w wystarczającym dla nich zakresie.

## Szczegółowe trudności matematyczne

W zadaniach obliczeniowych możemy wykorzystywać wyłącznie umiejętności z *Podstawy programowej* matematyki dla gimnazjum. Stwarza to trzy trudniejsze problemy:

**1.** Notacja wykładnicza – potrzebna jest do obliczeń we wszystkich działach. Zgodnie z *Podstawą programową* matematyki dla gimnazjum jest ona obowiązkowa na trzecim etapie kształcenia. Jednak dla ułatwienia w podręczniku przypomniane zostały zasady wykonywania działań w notacji wykładniczej.

**2.** Paralaksa – w ogólnym przypadku obliczenia dotyczące paralaksy wymagają znajomości trygonometrii, której zagadnienia zgodnie z *Podstawą programową* matematyki są obecnie omawiane dopiero na czwartym etapie kształcenia. Jednak przy niewielkich kątach można założyć, że odległość do gwiazdy jest odwrotnie proporcjonalna do kąta paralaksy.

Takie założenie opiera się na przybliżeniu  $\sin x \approx x$ , z którego korzystamy przecież nawet w opisie ruchu wahadła (w zakresie rozszerzonym), gdy mamy do czynienia z kątami rzędu  $10^\circ$ . Tymczasem kąt paralaksy heliocentrycznej stanowi ułamek sekundy. Pojęcie sekundy kątowej zostało przypomniane w podręczniku.

**3.** Czas połowicznego rozpadu – w ogólnym przypadku do rozwiązywania zadań potrzebne są potęgi o wykładniku ułamkowym i logarytmy (nieobecne w podstawie programowej matematyki w gimnazjum). Aby nie rezygnować z realistycznych zadań, w których czas nie jest wielokrotnością  $T_{1/2}$ , możemy posłużyć się metodą graficzną, tzn. odczytywać informacje z wykresu zamieszczonego w podręczniku przedstawiającego rozpad promieniotwórczy w zależności od czasu przedstawionego w jednostkach  $T_{1/2}$  (czyli z wykresu funkcji  $2^{-x}$ ).

## **Praca z tekstem popularnonaukowym**

Zgodnie z jednym z wymagań ogólnych podstawy programowej, uczniowie powinni pracować z tekstami, m.in. popularnonaukowymi. Najważniejszą formą takiej pracy jest oczywiście analiza tekstów na temat bieżących prac i odkryć fizycznych. Jednak, aby się do tego przygotować, można skorzystać z tekstów zamieszczonych w podręczniku, na końcu każdego z działów. Ich analizę ułatwią pytania zamieszczone pod każdym z nich.

## **Praca metodą projektu**

Metoda projektu polega na indywidualnej lub grupowej pracy uczniów nad rozwiązaniem jakiegoś problemu. Pozwala ona na większą samodzielność i aktywność uczniów. Podział ról w grupie umożliwia zaangażowanie w jej prace uczniów o zróżnicowanych zdolnościach i zainteresowaniach, a także pozwala wykorzystać ich uzdolnienia inne niż tylko w kierunku fizyki, np. umiejętność prezentacji swoich wyników czy dyskusji. Metodą tą mogą być realizowane prace badawcze zamieszczone na końcu każdego działu.

## **Inne formy pracy z uczniami**

Treści fizyki w zakresie podstawowym sprzyjają także nauce w miejscach innych niż sala szkolna. Warto wybrać się z uczniami do planetarium, eksperymentarium albo instytutu naukowego.

Wiele wartościowych zajęć toczy się także w ramach festiwalów nauki. Oprócz wykładów i pokazów doświadczeń w czasie tych imprez można często zwiedzać instytuty naukowe i np. obejrzeć reaktor jądrowy.

## **IX Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia**

Ocenianie jest niezwykle ważnym elementem pracy dydaktycznej, ponieważ służy sprawdzaniu stanu wiadomości i umiejętności, a także motywowaniu ucznia do dalszej pracy, kierowaniu tą pracą oraz wprowadzaniu ewentualnych modyfikacji w działaniach nauczyciela. Aby oceny nie budziły kontrowersji, a przez to konfliktów, sposób oceniania powinien być jasno określony. Należy go przedstawić uczniom i ich rodzicom na początku roku szkolnego. Takie jest też wymaganie rozporządzenia MEN w sprawie oceniania i promowania uczniów. Dobrym zwyczajem, coraz powszechniejszym w szkołach, jest wywieszenie zasad oceniania i wymagań na tablicy ogłoszeń.

Bardzo ważne jest uświadomienie uczniom, że ocena nie jest nagrodą ani karą, ale informacją o stanie ich wiedzy i umiejętności, która ma im pomóc w dalszej pracy.

Przedmiotowy system oceniania zgodnie z zasadami ustalonymi przez MEN ustala nauczyciel, kierując się warunkami panującymi w danej szkole i obowiązującym szkolnym systemem oceniania. Poniżej podajemy wskazówki i propozycje, które mogą się przydać w ustalaniu tego systemu.

### **Wymagania a podział osiągnięć**

Powyżej, w rozdziałach „Opis założonych osiągnięć ucznia – część ogólna” oraz „Opis założonych osiągnięć ucznia – część szczegółowa” podaliśmy założone osiągnięcia oraz ich podział na poziomy wymagań podstawowy i ponadpodstawowy. Można przyjąć, że uczeń otrzymuje:

- ocenę dopuszczającą – jeśli spełnia około połowy wymagań podstawowych,
- ocenę dostateczną – jeśli spełnia niemal wszystkie wymagania podstawowe,
- ocenę dobrą – jeśli spełnia niemal wszystkie wymagania podstawowe i większość wymagań ponadpodstawowych,
- ocenę bardzo dobrą – jeśli spełnia prawie wszystkie wymagania podstawowe i ponadpodstawowe.

Ocena celująca może być przyznana za szczególne osiągnięcia, ponadprogramową wiedzę, samodzielne prowadzenie ciekawych doświadczeń i obserwacji, rozwiązywanie trudnych zadań, sukcesy w konkursach przedmiotowych, pomoc w uczeniu się innym uczniom.

Jeśli wystawiamy ocenę na podstawie średniej ważonej ocen cząstkowych lub sumy punktów (jak to proponujemy niżej), to prace klasowe i domowe muszą być tak skonstruowane, aby spełniając wymagania na określony poziom (np. rozszerzający), uczeń otrzymywał liczbę punktów odpowiadającą danej ocenie (w tym wypadku ocenie dobrej).

## **System tradycyjny**

Uczniowie otrzymują oceny w skali 1–6 za prace pisemne, prace domowe, odpowiedzi ustne, pracę na lekcji itp.

Doświadczony nauczyciel na ich podstawie wystawi ocenę semestralną lub roczną bez wykonywania obliczeń. Wówczas jednak na początku roku należy uświadomić uczniom, że ocena z pracy pisemnej jest znacznie ważniejsza niż np. z aktywności czy pracy domowej.

Bardziej przejrzysty, a przez to niebudzący kontrowersji, będzie system liczenia średniej. Musi to jednak być średnia ważona, a nie zwykła średnia arytmetyczna. O zasadach jej obliczania powinniśmy poinformować na początku roku.

Oto przykład przyznawania wag ocenom:

- praca klasowa – 25,
- projekt – 15,
- kartkówka – 10,
- odpowiedź ustna – 10,
- praca domowa – 5,
- praca na lekcji – 6.

## **System punktowy**

W tym systemie uczniowie nie otrzymują ocen, ale punkty, które na końcu semestru są przeliczane na ocenę w obowiązującej skali.

Oto propozycja:

- praca klasowa – od 0 do 50 punktów,
- praca na lekcji – od 0 do 40 punktów (w sumie w ciągu półrocza),
- praca długoterminowa – od 0 do 30 punktów,
- kartkówka – od 0 do 20 punktów,
- odpowiedź ustna – od 0 do 20 punktów,
- praca domowa – od 0 do 10 punktów.

Za dodatkowe zadania, aktywność itp. uczeń może dostać dodatkowe punkty, natomiast za brak pracy domowej, brak przyrządów itp. otrzymuje punkty karne.

Stosunek liczby zdobytych punktów do liczby punktów możliwych do zdobycia (bez punktów dodatkowych) decyduje o ocenie:

- od 40% ocena dopuszczająca,
- od 50% ocena dostateczna,
- od 70% ocena dobra,
- od 85% ocena bardzo dobra.

## Ocena opisowa

W wielu szkołach, oprócz oceny wyrażonej w tradycyjnej skali, uczeń otrzymuje na koniec półrocza lub roku szkolnego ocenę opisową. Warto stworzyć pewien schemat wystawiania takich ocen, np. w postaci zestawu kryteriów:

– Znajomość pojęć oraz praw fizycznych i astronomicznych:

.....

– Posługiwanie się wiedzą do wyjaśniania zjawisk:

.....

– Rozwiązywanie zadań rachunkowych:

.....

– Prowadzenie doświadczeń na lekcji:

.....

– Prowadzenie obserwacji astronomicznych:

.....

– Pracowitość i aktywność na lekcji:

.....

– Prace domowe:

.....

– Prowadzenie doświadczeń w domu:

.....

– Praca z tekstem popularnonaukowym:

.....

– Mocne strony:

.....

– Słabe strony:

.....

– Musisz powtórzyć:

.....

– Zalecenia:

.....