



## *Odkryć fizykę*

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

## **SPIS TREŚCI**

### **I. WSTĘP**

### **II. OPIS REALIZACJI CELÓW KSZTAŁCENIA I ZADAŃ EDUKACYJNYCH USTALONYCH W PODSTAWIE PROGRAMOWEJ KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO**

### **III. TREŚCI NAUCZANIA ZAWARTE W PODSTAWIE PROGRAMOWEJ KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO, CELE EDUKACYJNE I ZAŁOŻONE OSIĄGNIĘCIA UCZNIĄ- WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE**

1. Ramowy rozkład materiału nauczania
2. Szczegółowy rozkład materiału nauczania oraz założone osiągnięcia ucznia-  
wymagania szczegółowe dla klasy I

### **IV. SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA I WYCHOWANIA**

### **V. PROPOZYCJE KRYTERIÓW OCENY I METOD SPRAWDZANIA OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ**

## I. WSTĘP

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.

Program obejmuje wszystkie treści kształcenia (wymagania szczegółowe) zawarte w Podstawie programowej. 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 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.

## II. OPIS REALIZACJI CELÓW KSZTAŁCENIA I ZADAŃ EDUKACYJNYCH USTALONYCH W PODSTAWIE PROGRAMOWEJ KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

ZAKRES PODSTAWOWY	ZAKRES ROZSZERZONY
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu budowy Układu Słonecznego i Galaktyki lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących rozmiarów i odległości we Wszechświecie,</li> <li>– wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,</li> <li>– posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych),</li> <li>– myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących budowy Galaktyki i miejsca Układu Słonecznego w Galaktyce,</li> <li>– umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji,</li> <li>– przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników,</li> <li>– umiejętność pracy zespołowej,</li> <li>– wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu ruchu jednostajnego po okręgu, posługując się siłą dośrodkową lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych związanych z tym ruchem, a w szczególności z siłą dośrodkową,</li> <li>– przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników,</li> <li>– wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów sił pełniących rolę siły dośrodkowej opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,</li> <li>– wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu oddziaływań grawitacyjnych lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych związanych z tymi oddziaływaniami</li> <li>– wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu lotów kosmicznych i ruchu sztucznych satelitów lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych z nimi związanych,</li> <li>– wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów wykorzystania sztucznych satelitów i lotów kosmicznych opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,</li> <li>- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu efektu fotoelektrycznego lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących tego efektu,</li> <li>– wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu budowy atomu wodoru, stanu podstawowego i stanów wzbudzonych lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących budowy atomu wodoru,</li> <li>– wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów widm</li> </ul>	

opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,

- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu falowych i kwantowych własności światła oraz fal materii lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących fal de Broglie'a ,
- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu budowy atomu i jego jądra lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących składu jądra atomowego ,
- wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów izotopów,
- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu reakcji jądrowych lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących przemian jądrowych ,
- posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej,
- opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii,
- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu reakcji rozszczepienia, reakcji łańcuchowej i reakcji termojądrowej oraz działania elektrowni atomowej lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych związanych z tymi reakcjami,
- wskazywanie przykładów reakcji rozszczepienia i zastosowania energii jądrowej,
- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu Wielkiego Wybuchu i rozszerzania się Wszechświata lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych dotyczących określania orientacyjnego czasu powstania lub wieku danego obiektu we Wszechświecie oraz odległości we Wszechświecie,
- wskazywanie przykładów zastosowania zależności Hubble'a

### III. TREŚCI NAUCZANIA ZAWARTE W PODSTAWIE PROGRAMOWEJ KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO, CELE EDUKACYJNE I ZAŁOŻONE OSIĄGNIĘCIA UCZNIĄ- WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

#### 1. Ramowy rozkład materiału nauczania

Klasa I

Rok szkolny trwa 36 tygodni

Liczba godzin tygodniowo: 1

Ogólna liczba godzin zajęć w roku szkolnym: 36

Lp	Treści nauczania zawarte w podstawie programowej	Minimalna liczba godzin
1	Z daleka i z bliska	1
2	Układ Słoneczny	1
3	Księżyc – towarzysz Ziemi	1
4	Gwiazdy i galaktyki	1
5	Ruch krzywoliniowy	1
6	Siła dośrodkowa	1
7	Grawitacja i siła grawitacji jako siła dośrodkowa	1
8	Loty kosmiczne	1
9	Trzecie prawo Keplera	1
10	Ciężar i nieważkość	1
11-13	Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej	3
14	Efekt fotoelektryczny	1
15	Promieniowanie ciał	1
16	1	
Atom wodoru		
17	Jak powstaje widmo wodoru	1
18-20	Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej	3
21	Jądro atomowe	1
22	Promieniowanie jądrowe	1
23	Reakcje jądrowe	1
24	Czas połowicznego rozpadu	1
25	Energia jądrowa	1
26	Deficyt masy	1
27	Wszechświat	1
28-30	Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej	3
Godziny do dyspozycji nauczyciela:		6
Ogółem liczba godzin w klasie I :		36

## **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. 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

## **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.

## 2. Szczegółowy rozkład materiału nauczania

Numery jednostek lekcyjnych	Temat jednostki lekcyjnej	Uwagi ( Numer zagadnienia z Podstawy programowej)
1	Z daleka i z bliska	1.11;3.1
2	Układ Słoneczny	1.7
3	Księżyc – towarzysz Ziemi	1.8
4	Gwiazdy i galaktyki	1.9
5	Ruch krzywoliniowy	1.1
6	Siła dośrodkowa	1.2
7	Grawitacja i siła grawitacji jako siła dośrodkowa	1.3 ; 1.5
8	Loty kosmiczne	1.6
9	Trzecie prawo Keplera	1.6
10	Ciężar i nieważkość	1.4
11-13 Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej		
14	Efekt fotoelektryczny	2.6 ; 2.4
15	Promieniowanie ciał	2.1
16	Atom wodoru	2.2
17	Jak powstaje widmo wodoru	2.3 ; 2.5
18-20	Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej	
21	Jądro atomowe	3.1
22	Promieniowanie jądrowe	3.3 ; 3.6 ; 3.7 ; 3.8
23	Reakcje jądrowe	3.5
24	Czas połowicznego rozpadu	1.10 ; 3.4
25	Energia jądrowa	3.8 ; 3.9 ; 3.10
26	Deficyt masy	3.2 ; 3.11
27	Wszechświat	1.12
28-30 Powtórzenie, praca klasowa, omówienie pracy klasowej		



### Założone osiągnięcia ucznia-wymagania szczegółowe dla klasy I

<b>ZAKRES PODSTAWOWY</b> Uczeń:	<b>ZAKRES ROZSZERZONY</b> Uczeń: Spełnia wymagania określone dla poziomu podstawowego a ponadto:
<p>1) porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie (galaktyki, gwiazdy, planety, ciała makroskopowe, organizmy, cząsteczki, atomy, jądra atomowe)</p> <p>2) posługuje się jednostką odległości „rok świetlny” – <b>odnajduje na niebie kilka gwiazdozbiorów i Gwiazdę Polarną</b> – <b>wyjaśnia ruch gwiazd na niebie za pomocą ruchu obrotowego Ziemi</b></p> <p>3) opisuje miejsce Ziemi w Układzie Słoneczny wymienia nazwy i podstawowe własności przynajmniej trzech innych planet</p> <p>4) wie, że wokół niektórych innych planet też krążą księżyce, a wokół niektórych gwiazd – planety</p> <p>5) wyjaśnia obserwowany na niebie ruch planet wśród gwiazd jako złożenie ruchów obiegowych: Ziemi i obserwowanej planety</p> <p>6) wymienia inne obiekty Układu Słonecznego: planetoidy, planety karłowate i komety</p> <p>7) wyjaśnia, dlaczego zawsze widzimy tę samą stronę Księżyca</p> <p>8) opisuje następstwo faz Księżyca</p> <p>9) opisuje warunki panujące na Księżycu</p> <p>10) wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżyca</p> <p>11) wyjaśnia mechanizm powstawania zaćmień Słońca i Księżyca</p> <p>12) wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy</p> <p>13) wie, że Słońce jest jedną z gwiazd, a Galaktyka (Droga Mleczna) – jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie</p> <p>14) wie, że gwiazdy świecą własnym światłem</p> <p>15) przedstawia za pomocą rysunku zasadę wyznaczania odległości za pomocą paralaks geo- i heliocentrycznej</p> <p>16) przedstawia na rysunku wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym</p> <p>17) opisuje ruch po okręgu, używając pojęć: „okres”, „częstotliwość”, „prędkość w ruchu po okręgu”</p> <p>18) zaznacza na rysunku kierunek i zwrot siły dośrodkowej</p> <p>19) wyjaśnia, jaka siła pełni funkcję siły dośrodkowej w różnych zjawiskach</p>	

- 20) oblicza siłę dośrodkową
- 21) omawia zjawisko wzajemnego przyciągania się ciał za pomocą siły grawitacji
- 22) opisuje, jak siła grawitacji zależy od masy ciał i ich odległości
- 23) wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie
- 24) wyjaśnia zależność pomiędzy siłą grawitacji i krzywoliniowym ruchem ciał niebieskich
- 25) opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi
- 26) podaje ogólne informacje na temat lotów kosmicznych
- 27) wymienia przynajmniej niektóre zastosowania sztucznych satelitów
- 28) omawia zasadę poruszania się sztucznego satelity po orbicie okołoziemskiej
- 29) posługuje się pojęciem „pierwsza prędkość kosmiczna”
- 30) przedstawia na rysunku eliptyczną orbitę planety z uwzględnieniem położenia Słońca
- 31) wie, że okres obiegu planety jest jednoznacznie wyznaczony przez średnią odległość planety od Słońca
- 32) stosuje pojęcie „satelita geostacjonarny”
- 33) podaje III prawo Keplera
- 34) wyjaśnia, w jakich warunkach powstają przeciążenie, niedociążenie i nieważkość
- 35) wyjaśnia przyczynę nieważkości w statku kosmicznym
- 36) wyjaśnia zależność zmiany ciężaru i niezmienność masy podczas przeciążenia i niedociążenia

#### 1.ASTRONOMIA I GRAWITACJA

- 1) rozwiązuje zadania związane z przedstawianiem obiektów bardzo dużych i bardzo małych w odpowiedniej skali  
 – *odnajduje na niebie gwiazdy, gwiazdozbiory i planety, posługując się mapą nieba (obrotową lub komputerową)*
- 2) opisuje budowę planet, dzieląc je na planety skaliste i gazowe olbrzymy
- 3) porównuje wielkość i inne właściwości planet
- 4) odszukuje i analizuje informacje na temat aktualnych poszukiwań życia poza Ziemią
- 5) odróżnia pojęcia „życie pozaziemskie” i „cywilizacja pozaziemska”
- 6) stosuje pojęcia „teoria geocentryczna” i „teoria heliocentryczna”
- 7) wie, w której fazie Księżyca możemy obserwować zaćmienie Słońca, a w której Księżyca, i dlaczego nie następują one w każdej pełni i w każdym nowiu
- 8) wyjaśnia, dlaczego typowy mieszkaniec Ziemi częściej obserwuje zaćmienia Księżyca niż zaćmienia Słońca
- 9) oblicza odległość do gwiazdy (w parsekach) na podstawie jej kąta paralaksy
- 10) posługuje się jednostkami: parsek, rok świetlny, jednostka astronomiczna
- 11) wyjaśnia, dlaczego Galaktyka widziana

jest z Ziemi w postaci smugi na nocnym niebie

12) wykonuje doświadczenia wykazujące, że prędkość w ruchu krzywoliniowym skierowana jest stycznie do toru

13) rozwiązuje proste zadania, wylicza okres, częstotliwość, prędkość w ruchu po okręgu

14) korzystając ze wzoru na siłę dośrodkową, oblicza każdą z występujących w tym wzorze wielkości

15) oblicza siłę grawitacji działającą między dwoma ciałami o danych masach i znajdujących się w różnej odległości od siebie

16) korzystając ze wzoru na siłę grawitacji, oblicza każdą z występujących w tym wzorze wielkości

17) opisuje doświadczenie Cavendisha

18) wyjaśnia wpływ grawitacji na ruch ciał w układzie podwójnym

19) oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla różnych ciał niebieskich

20) oblicza prędkość satelity krążącego na danej wysokości

21) wyjaśnia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie stałego położenia satelity względem powierzchni Ziemi

22) posługuje się III prawem Keplera w zadaniach obliczeniowych

23) rozwiązuje zadania obliczeniowe związane z przeciążeniem i niedociążeniem w układzie odniesienia poruszającym się z przyspieszeniem skierowanym w górę lub w dół

ATOMOWA

## 2. FIZYKA

<p>1) opisuje przebieg doświadczenia, podczas którego można zaobserwować efekt fotoelektryczny</p> <p>2) ocenia na podstawie podanej pracy wyjścia dla danego metalu oraz długości fali lub barwy padającego nań promieniowania, czy zajdzie efekt fotoelektryczny</p> <p>3) posługuje się pojęciem fotonu oraz zależnością między jego energią i częstotliwością</p> <p>4) opisuje widmo fal elektromagnetycznych, szeregując rodzaje występujących w nim fal zgodnie z niesioną przez nie energią</p> <p>5) opisuje bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego</p> <p>6) wyjaśnia, że wszystkie ciała emitują promieniowanie</p> <p>7) opisuje związek pomiędzy promieniowaniem emitowanym przez dane ciało oraz jego temperaturą</p> <p>8) rozróżnia widmo ciągłe i widmo liniowe</p> <p>9) podaje przykłady ciał emitujących widma ciągłe i widma liniowe</p> <p>10) opisuje widmo wodoru</p> <p>11) podaje postulaty Bohra</p> <p>12) stosuje zależność między promieniem <math>n</math>-tej orbity a promieniem pierwszej orbity w atomie wodoru</p> <p>13) oblicza prędkość elektronu na danej orbicie</p> <p>14) wykorzystuje postulaty Bohra i zasadę zachowania energii do opisu powstawania widma wodoru</p> <p>15) oblicza energię i długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między określonymi orbitami</p> <p>– podaje argumenty na rzecz falowej i korpuskularnej natury światła</p> <p>– podaje granice stosowalności obu teorii i teorię łączącą je w jedną</p> <p>– wyjaśnia, czym światło lasera różni się od światła żarówki</p> <p>– wymienia przynajmniej niektóre zastosowania laserów</p>	<p>1) wyjaśnia, dlaczego założenie o falowej naturze światła nie umożliwia wyjaśnienia efektu fotoelektrycznego</p> <p>2) oblicza energię i prędkość elektronów wybitych z danego metalu przez promieniowanie o określonej częstotliwości</p> <p>3) odróżnia widma absorpcyjne od emisyjnych i opisuje ich różnice</p> <p>4) wyjaśnia, dlaczego wcześniejsze teorie nie wystarczały do opisanego widma atomu wodoru</p> <p>5) oblicza końcową prędkość elektronu poruszającego się po danej orbicie po pochłonięciu fotonu o podanej energii</p> <p>6) ocenia obecną rolę teorii Bohra i podaje jej ograniczenia</p> <p>– opisuje doświadczenia, w których można zaobserwować falową naturę materii</p> <p>– oblicza długość fali materii określonych ciał</p> <p>– wyjaśnia w przybliżeniu zjawisko emisji wymuszonej</p>
---	--

### 3. FIZYKA JĄDROWA

<p>1) posługuje się pojęciami: „atom”, „pierwiastek chemiczny”, „jądro atomowe”, „izotop”, „liczba atomowa”, „liczba masowa”</p> <p>2) podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby atomowej i liczby masowej pierwiastka/izotopu</p> <p>3) wymienia cząstki, z których są zbudowane atomy</p> <p>4) wymienia właściwości promieniowania alfa, beta (minus) i gamma</p> <p>5) charakteryzuje wpływ promieniowania na organizmy żywe</p> <p>6) wymienia i omawia sposoby powstawania promieniowania</p> <p>7) wymienia przynajmniej niektóre zastosowania promieniowania</p> <p>8) zna sposoby ochrony przed promieniowaniem</p> <p>9) odróżnia reakcje jądrowe od reakcji chemicznych</p> <p>10) opisuje rozpad alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane) oraz sposób powstawania promieniowania gamma</p> <p>11) opisuje reakcje jądrowe za pomocą symboli</p> <p>12) posługuje się pojęciami „jądro stabilne” i „jądro niestabilne”</p> <p>13) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego i posługuje się pojęciem „czas połowicznego rozpadu”</p> <p>14) szkicuje wykres opisujący rozpad promieniotwórczy</p> <p>15) wie, że istnieją izotopy o bardzo długim i bardzo krótkim czasie połowicznego rozpadu</p> <p>16) rozwiązuje zadania obliczeniowe, w których czas jest wielokrotnością czasu połowicznego rozpadu</p> <p>17) opisuje metodę datowania węglem C<sub>14</sub></p>	<p>1) wyjaśnia, dlaczego jądro atomowe się nie rozpada</p> <p>2) wyjaśnia pojęcie „antymateria”</p> <p>3) porównuje przenikliwość znanych rodzajów promieniowania</p> <p>4) porównuje szkodliwość różnych źródeł promieniowania (znajomość jednostek dawek nie jest wymagana)</p> <p>5) opisuje zasadę działania licznika Geigera–Müllera</p> <p>6) jeśli to możliwe, wykonuje pomiary za pomocą licznika Geigera–Müllera</p> <p>7) do opisu reakcji jądrowych stosuje zasadę zachowania ładunku i zasadę zachowania liczby nukleonów</p> <p>8) rozwiązuje zadania obliczeniowe metodą graficzną, korzystając z wykresu przedstawiającego zmniejszanie się liczby jąder izotopu promieniotwórczego w czasie</p> <p>9) przedstawia trudności związane z kontrolowaniem fuzji termojądrowej</p> <p>10) opisuje działanie elektrowni jądrowej</p> <p>11) przytacza i ocenia argumenty za energetyką jądrową i przeciw niej</p> <p>12) oblicza ilość energii wyzwolonej w podanych reakcjach jądrowych</p> <p>– opisuje powstanie Słońca i jego dalsze losy</p> <p>– opisuje przemiany jądrowe, które będą zachodziły w Słońcu w przyszłych etapach jego życia</p> <p>– opisuje życie gwiazd w zależności od masy</p> <p>– opisuje przemiany jądrowe zachodzące w gwiazdach w różnych etapach ich życia</p> <p>– wymienia podstawowe właściwości czerwonych olbrzymów, białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur</p>
---	---

<p>18) podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</p> <p>19) opisuje mechanizm rozpadu promieniotwórczego i syntezy termojądrowej</p> <p>20) wyjaśnia, jakie reakcje zachodzą w elektrowni jądrowej, reaktorze termojądrowym, gwiazdach oraz w bombach jądrowych i termojądrowych</p> <p>21) wyjaśnia, dlaczego Słońce świeci</p> <p>22) podaje przykłady zastosowań energii jądrowej</p> <p>23) wyjaśnia znaczenie wzoru <math>E = mc^2</math></p> <p>24) posługuje się pojęciami: „deficyt masy”, „energia spoczynkowa”, „energia wiązania”</p> <p>25) oblicza energię spoczynkową ciała o danej masie oraz deficyt masy podczas reakcji o danej energii</p> <p>– podaje wiek Słońca i przewidywany dalszy czas jego życia</p> <p>– wyjaśnia, że każda gwiazda zmienia się w czasie swojego życia</p> <p>– opisuje ewolucję gwiazdy w zależności od jej masy – opisuje typowe obiekty powstające pod koniec życia gwiazd mało i bardzo masywnych</p> <p>26) wie, że Wszechświat powstał kilkanaście miliardów lat temu w Wielkim Wybuchu i od tego czasu się rozszerza</p> <p>27) wyjaśnia, skąd pochodzi większość pierwiastków, z których zbudowana jest materia wokół nas i nasze organizmy</p> <p>28) wyjaśnia, że obiekty położone daleko oglądamy takimi, jakimi były w przeszłości</p>	<p>13) wyjaśnia, że proces rozszerzania Wszechświata przyspiesza i że dziś jeszcze nie wiemy, dlaczego się tak dzieje</p>
---	---

Kolorem żółtym zaznaczone zostały tematy dodatkowe

#### **IV. SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA I WYCHOWANIA**

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 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.

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 nadarzających 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. 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 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.

## V. PROPOZYCJE KRYTERIÓW OCENY I METOD SPRAWDZANIA OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ

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.

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.

### Zasady ogólne

Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się swoją wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych).

**Wymagania ogólne – uczeń:**

- wykorzystuje wielkości fizyczne do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych,
- przeprowadza doświadczenia i wyciąga wnioski z otrzymanych wyników
- wskazuje w otaczającej rzeczywistości przykłady zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).

Ponadto uczeń:

- wykorzystuje narzędzia matematyki oraz formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym,
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody,
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje,
- potrafi pracować w zespole.

### **Sposoby sprawdzania osiągnięć uczniów**

Żeby na bieżąco kontrolować osiągnięcia uczniów, możemy brać pod uwagę:

- a) prace klasowe
- b) testy
- c) kartkówki
- d) odpowiedzi ustne
- e) aktywność na lekcji
- f) dyskusje nad rozwiązaniem problemu
- g) prace domowe
- h) umiejętność korzystania z materiałów źródłowych
- i) prace dodatkowe, prezentacje, udział w konkursach, projekt, referat itp.

## **ASTRONOMIA I GRAWITACJA**

### ocena dopuszczająca

Uczeń :

- podaje definicję roku świetlnego
- opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce
- wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku obserwacji
- wyjaśnia założenia teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika
- opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce i miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym
- wyjaśnia, dlaczego zawsze widzimy tę samą stronę Księżyca
- opisuje gwiazdy jako naturalne źródła światła
- opisuje Słońce jako jedną z gwiazd, a Galaktykę (Drogę Mleczną) jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie
- opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny
- podaje przykłady ruchu krzywoliniowego, szczególnie ruchu jednostajnego po okręgu opisuje ruch jednostajnego po okręgu, posługując się pojęciem siły dośrodkowej, zaznacza na rysunku kierunek i zwrot siły dośrodkowej
- wskazuje w otoczeniu przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej
- opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych

przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny

- wskazuje w otoczeniu przykłady oddziaływań grawitacyjnych
- podaje ogólne informacje na temat lotów kosmicznych, wskazując przykłady wykorzystania sztucznych satelitów i lotów kosmicznych
- podaje przykłady zastosowania sztucznych satelitów
- posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnej
- przedstawia graficznie eliptyczną orbitę planety z uwzględnieniem położenia Słońca
- posługuje się pojęciem siły ciężkości, mierzy jej wartość za pomocą siłomierza, posługując się pojęciem niepewności pomiarowej
- wskazuje przykłady występowania stanu nieważkości

#### ocena dostateczna

Uczeń :

- przedstawia graficznie wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym
- opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości
- wykonuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej
- opisuje zależność między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem, wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie
- wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi
- interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul
- opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi
- wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi
- opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo)
- posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej
- opisuje ruch satelity geostacjonarnej podaje i interpretuje treść III prawa Keplera
- wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje prawo Keplera)
- wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania
- przedstawia graficznie wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym
- opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości
- wykonuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej
- opisuje zależność między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem, wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie
- wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi
- interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul
- opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi
- wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi
- opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo)
- posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej
- opisuje ruch satelity geostacjonarnej podaje i interpretuje treść III prawa Keplera

- wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje prawo Keplera)
- wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z:
  - budową Układu Słonecznego
  - wykorzystaniem pojęcia prędkości i roku świetlnego
  - wykorzystaniem zasady paralaksy
  - ruchem jednostajnym po okręgu
  - siłą dośrodkową
  - ruchem satelity geostacjonarnej oraz wykorzystaniem III prawa Keplera
  - stanem nieważkości, a w szczególności: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)

#### ocena dobra

Uczeń:

- rozwiązuje zadania związane z przedstawianiem obiektów bardzo dużych i bardzo małych w odpowiedniej skali
- planuje proste obserwacje astronomiczne, wybiera właściwe narzędzia lub przyrządy
- opisuje i porównuje budowę planet Układu Słonecznego
- wymienia i charakteryzuje inne obiekty Układu Słonecznego (księżycy planet, planety karłowate, planetoidy, komety)
- określa, w której fazie Księżyca możemy obserwować zaćmienie Słońca, a w której Księżyca, i dlaczego nie następują one w każdej pełni i w każdym nowiu
- wyjaśnia, dlaczego typowy mieszkaniec Ziemi częściej obserwuje zaćmienia Księżyca niż zaćmienia Słońca
- oblicza odległość do gwiazdy (w parsekach) na podstawie jej kąta paralaksy
- posługuje się jednostkami: parsek, rok świetlny, jednostka astronomiczna
- wykonuje doświadczenia wykazujące, że prędkość w ruchu krzywoliniowym skierowana jest stycznie do toru
- planuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej
- wskazuje przykłady wykorzystania satelitów geostacjonarnych i III prawa Keplera
- wyjaśnia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie stałego położenia satelity względem powierzchni Ziemi
- wyjaśnia, w jakich warunkach występuje przeciążenie i niedociążenie
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z:
  - pierwszą prędkością kosmiczną
  - siłą grawitacji,
 a w szczególności:
  - rozróżnia wielkości dane i szukane,
  - szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, i na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)
- rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe:
  - związane z ruchem jednostajnym po okręgu, korzystając ze wzoru na siłę dośrodkową
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. dotyczącymi
  - budowy Układu Słonecznego, a także poszukiwań życia poza Ziemią
  - historii lotów kosmicznych i wykorzystania sztucznych satelitów
  - wykorzystania satelitów geostacjonarnych

(innych niż omawiane na lekcji) oraz prac i odkryć Jana Keplera

- występowania stanu nieważkości w statku kosmicznym, a także z przeciążenia i niedociążenia
- wskazuje przykłady sił grawitacji inne niż rozpatrywane na lekcji, podaje przykłady ruchu pod wpływem siły grawitacji oraz odkrycia Izaaka Newtona

ocena bardzo dobra

Uczeń :

- posługuje się informacjami dotyczącymi budowy Galaktyki pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych, zamieszczonych w internecie)
- odnajduje na niebie gwiazdy, gwiazdozbiory i planety, posługując się mapą nieba (obrotową lub komputerową)
- wyjaśnia obserwowany na niebie ruch planet wśród gwiazd jako złożenie ruchów obiegowych: Ziemi i obserwowanej planety
- wyjaśnia, dlaczego Galaktyka widziana jest z Ziemi w postaci smugi na nocnym niebie
- opisuje doświadczenie Cavendisha wyjaśnia wpływ siły grawitacji na ruch ciał w układzie podwójnym
- rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając:
  - ze wzoru na siłę grawitacji,
  - ze wzoru na pierwszą prędkość kosmiczną, m.in. oblicza prędkość satelity krążącego na danej wysokości,
  - z III prawa Keplera,
  - związane z przeciążeniem i niedociążeniem w układzie odniesienia poruszającym się z przyspieszeniem skierowanym w górę lub w dół
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczącymi:
  - zaćmień Księżyca i Słońca,
  - klasyfikacji gwiazd i galaktyk,
  - przykładów ruchu krzywoliniowego i sił spełniających rolę siły dośrodkowej innych niż rozpatrywane na lekcji

## **FIZYKA ATOMOWA**

ocena dopuszczająca

Uczeń:

- wyodrębnia efekt fotoelektryczny z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
- opisuje efekt fotoelektryczny, wyjaśnia pojęcie fotonu
- wyjaśnia, że wszystkie ciała emitują promieniowanie, wskazując przykłady
- opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących promieniowanie ciał
- opisuje budowę atomu wodoru
- podaje postulaty Bohra
- wykorzystuje postulaty Bohra i zasadę zachowania energii do opisu powstawania widma wodoru
- wyjaśnia, czym światło lasera różni się od światła żarówki
- podaje przykłady zastosowań laserów, a także zagrożenia światła laserowego dla wzroku

ocena dostateczna

Uczeń:

- opisuje przebieg doświadczenia, podczas którego można zaobserwować efekt fotoelektryczny oraz wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny i formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących efektu fotoelektrycznego
- odczytuje dane z tabeli, ocenia na podstawie podanej pracy wyjścia dla danego metalu oraz długości fali lub barwy padającego nań promieniowania, czy zajdzie efekt fotoelektryczny
- opisuje promieniowanie ciał
- opisuje związek pomiędzy promieniowaniem emitowanym przez dane ciało oraz jego temperaturą
- opisuje stan podstawowy i stany wzbudzone
- stosuje zależność między promieniem  $n$ -tej orbity a promieniem pierwszej orbity w atomie wodoru
- interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów
- interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu
- formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących natury światła
- opisuje falowe i kwantowe własności światła oraz fale materii
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące energii fotonu, budowy atomu wodoru, promieniowania ciał, promieniowania emitowanego przez laser, a w szczególności: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie, wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)

#### ocena dobra

Uczeń:

- wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów
- wyjaśnia, dlaczego założenie o falowej naturze światła nie umożliwia wyjaśnienia efektu fotoelektrycznego
- odróżnia widma absorpcyjne od emisyjnych i opisuje różnice między nimi
- podaje ograniczenia teorii Bohra
- podaje argumenty na rzecz falowej i korpuskularnej natury światła oraz granice stosowalności obu teorii i teorię łączącą je w jedną
- opisuje w uproszczeniu zjawisko emisji wymuszonej
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące
- przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie wodoru z udziałem fotonu, np. oblicza energię i długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między określonymi orbitami
- fal de Broglie'a, np. oblicza długość fali materii określonych ciał
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. dotyczącymi: poglądów na strukturę atomu wodoru oraz życia i pracy naukowej Nielsa Bohra
- budowy i widm atomów wieloelektrodowych przykładów zastosowania laserów innych niż rozpatrywane na lekcji

#### ocena bardzo dobra

Uczeń:

- opisuje doświadczenia, w których można zaobserwować falową naturę materii
- opisuje zjawisko emisji wymuszonej



- rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, dotyczące:
  - zjawiska fotoelektrycznego,
  - budowy atomu wodoru
  - widma atomu wodoru i przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu, np. oblicza końcową prędkość elektronu poruszającego się po danej orbicie po pochłonięciu fotonu o podanej energii
  - fal de Broglie'a
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczącymi:
  - urządzeń, w których wykorzystywane jest zjawisko fotoelektryczne
  - praktycznego wykorzystania analizy widmowej
  - badań nad naturą światła oraz zastosowań teorii kwantowej

## **FIZYKA JĄDROWA**

### ocena dopuszczająca

Uczeń:

- wymienia cząstki, z których są zbudowane atomy
- podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej
- odczytuje dane z tabeli
- opisuje zjawisko promieniotwórczości naturalnej, wskazując przykłady źródeł promieniowania jądrowego
- formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących zjawiska promieniotwórczości
- odróżnia reakcje jądrowe od reakcji chemicznych
- posługuje się pojęciami jądra stabilnego i niestabilnego
- opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu
- podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości (datowania substancji na podstawie składu izotopowego)
- podaje przykłady zastosowania energii jądrowej
- posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania
- podaje wiek Słońca i przewidywany czas jego życia
- wyjaśnia, że każda gwiazda zmienia się w czasie swojego życia
- podaje przybliżony wiek Wszechświata

### ocena dostateczna

Uczeń:

- posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron
- wskazuje przykłady izotopów wymienia właściwości promieniowania jądrowego  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$
- opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego
- wyjaśnia, jak promieniowanie jądrowe wpływa na materię oraz na organizmy, opisuje sposoby ochrony przed promieniowaniem
- podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości
- opisuje rozpady alfa, beta (nie są wymagane wiadomości o neutrinach) oraz sposób powstawania promieniowania gamma
- opisuje reakcje jądrowe, stosując zasady: zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii
- rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu

- wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem  $^{14}\text{C}$
- opisuje reakcję rozszczepienia uranu  $^{235}\text{U}$  zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej
- wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej
- opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach oraz w bombie wodorowej
- wyjaśnia, skąd pochodzi energia Słońca i innych gwiazd
- interpretuje zależność  $E = mc^2$
- opisuje powstanie Słońca i jego przyszłe losy
- wymienia podstawowe właściwości czerwonych olbrzymów, białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur
- opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata
- opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego
- wyjaśnia, że obiekty położone daleko oglądamy takimi, jakimi były w przeszłości
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące:
  - składu jądra atomowego
  - reakcji jądrowych
  - pojęcia czasu połowicznego rozpadu
  - deficytu masy i energii wiązania – oblicza energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania dla dowolnego pierwiastka układu okresowego, a w szczególności: rozróżnia wielkości dane i szukane, odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli, przelicza wielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)

#### ocena dobra

Uczeń:

- wyjaśnia, dlaczego jądro atomowe się nie rozpada
- opisuje zasadę działania licznika Geigera- Müllera
- porównuje przenikliwość znanych rodzajów promieniowania oraz szkodliwość różnych źródeł promieniowania
- sporządza wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu
- opisuje działanie elektrowni atomowej przytacza i ocenia argumenty za energetyką jądrową i przeciw niej
- oblicza ilość energii wyzwolonej w podanych reakcjach jądrowych
- opisuje ewolucję gwiazdy w zależności od jej masy
- opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk)
- wyjaśnia, skąd pochodzi większość pierwiastków, z których zbudowana jest materia wokół nas i nasze organizmy
- wyjaśnia, że proces rozszerzania Wszechświata przyspiesza i nie wiemy jeszcze, dlaczego się tak dzieje
- rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z energią jądrową
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. dotyczącymi: występowania i właściwości omawianych izotopów promieniotwórczych (np. izotopu radonu) metody datowania radiowęglowego ewolucji Słońca

#### ocena bardzo dobra

Uczeń:

- wyjaśnia pojęcie „antymateria”
- przedstawia trudności związane z kontrolowaniem fuzji termojądrowej
- opisuje przemiany jądrowe, które będą zachodziły w Słońcu w przyszłych etapach jego życia
- rozwiązuje zadania metodą graficzną, korzystając z wykresu przedstawiającego zmniejszanie się liczby jąder izotopu promieniotwórczego w czasie
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczącymi:
  - doświadczenia Rutherforda nad rozpraszaniem cząstek  $\alpha$  na bardzo cienkiej folii ze złota i odkrycia jądra atomowego oraz doświadczeń wykonywanych w akceleratorach
  - życia i osiągnięć Marii Skłodowskiej-Curie oraz zastosowania zjawiska promieniotwórczości i wykrywania promieniowania jądrowego
  - korzyści i zagrożeń związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych (m.in. opartych na spalaniu węgla) i elektrowniach atomowych, a także historii rozwoju energetyki jądrowej oraz tragicznych skutków zrzucenia pierwszych bomb atomowych na Japonię i awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu
  - życia i pracy A. Einsteina, a także jednej z najważniejszych zależności występujących w przyrodzie – zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon od liczby masowej
  - ewolucji gwiazd
  - historii badań Wszechświata (np. prace E. Hubble’a, A. Wolszczana) oraz ewolucji gwiazd – formułuje wnioski oparte na wynikach obserwacji i badań Wszechświata