

# **Fizyka**

## **Program nauczania dla szkół ponadgimnazjalnych**

**Zakres podstawowy**

**2018/2019**

## Spis treści

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Wstęp</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Szczegółowe cele kształcenia i wychowania</b>          | <b>5</b>  |
| <b>3. Treści edukacyjne</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>4. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania</b> | <b>13</b> |
| <b>5. Opis założonych osiągnięć ucznia</b>                   | <b>15</b> |
| <b>6. Kryteria oceniania i sprawdzania osiągnięć uczniów</b> | <b>25</b> |

## 1. Wstęp

Wprowadzana sukcesywnie od 2009 roku reforma szkolnictwa na III i IV etapie edukacyjnym wniosła zasadniczą zmianę do programów nauczania większości przedmiotów, w tym fizyki. Według poprzedniej koncepcji, materiał omawiany w gimnazjum obejmował z grubsza wszystkie działy fizyki. Na poziomie liceum wiedza ta była następnie rozwijana i uzupełniana, co z konieczności wymagało wielu powtórzeń. Nowa podstawa programowa zakłada, że na poziomie podstawowym uczeń przerabia kurs fizyki tylko raz, za to w okresie czteroletnim, obejmującym gimnazjum i pierwszą klasę szkoły średniej. Program ten, mimo że odbywany w różnych szkołach, powinien w myśl podstawy programowej stanowić spójną całość. Decyzję o ewentualnym pogłębieniu wiedzy z danej dziedziny uczeń podejmuje po zakończeniu klasy pierwszej liceum. Takie podejście spowodowało, że w podstawowym kursie fizyki dla liceum znalazły się, zgodnie z podstawą programową, tylko niektóre jej działy, a mianowicie grawitacja i elementy astronomii, fizyka atomowa i fizyka jądrowa.

Kolejną nowością jest podejście do kształcenia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. W myśl nowej podstawy programowej, szkoła oraz poszczególni nauczyciele zobowiązani są podejmować działania mające na celu zindywidualizowane wspomaganie rozwoju każdego ucznia, stosownie do jego potrzeb i możliwości. Uczniom ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, należy dostosować program do ich możliwości psychofizycznych oraz tempa uczenia się. Oczywiście konkretne metody postępowania zależeć będą od treści orzeczeń lub opinii poradni pedagogiczno-psychologicznych. Celem niniejszego opracowania nie jest analiza poszczególnych przypadków niepełnosprawności i sposobów radzenia sobie z nimi, a jedynie ogólne zwrócenie uwagi na ten problem.

Niniejszy program i towarzyszący mu podręcznik przewidziane są do realizacji w ciągu jednego roku szkolnego w wymiarze jednej godziny tygodniowo. Jak pokazuje praktyka, w cyklu takim daje się realnie przeprowadzić od 30 do 34 lekcji, przeważnie – 32 lub 33. Program przewiduje 24 tematy obowiązkowe i 5 tematów nadobowiązkowych. Cztery lekcje należy przeznaczyć na sprawdziany pisemne. Długości poszczególnych działów zostały tak pomyślane, aby w każdym półroczu wypadły po dwa sprawdziany – w połowie półrocza i pod jego koniec. W wariantcie minimalnym mamy więc 28 jednostek lekcyjnych: 24 tematy + 4 sprawdziany. Pozostałe kilka godzin nauczyciel może przeznaczyć wedle swego uznania na lekcje powtórzeniowe lub realizację tematów nadobowiązkowych. W podsumowaniu każdego działu znajduje się lista propozycji tematów, które uczniowie mogą przygotować w formie referatów i zaprezentować na lekcjach poprzedzających sprawdzian. Zagadnienia te mają często postać różnych ciekawostek i na pewno wpłyną na pozytywny odbiór fizyki jako nauki.

Zamieszczone w podręczniku lekcje nadobowiązkowe adresowane są przede wszystkim do uczniów zdolnych, którzy lubią fizykę, ale zamierzają wybrać rozszerzenia z innych przedmiotów. Zawierają one treści nieobjęte podstawą programową, lecz w odczuciu autora niezbędne do pełniejszego zrozumienia omawianych w podręczniku działów fizyki. Ponieważ dla uczniów takich kurs fizyki kończy się w klasie pierwszej, jest ważne, aby wynieśli z niego obraz świata zbliżony do aktualnego stanu wiedzy, bez zbytnich uproszczeń. Stąd też np. liczne opisy mikroświata widzianego oczami współczesnej mechaniki kwantowej. Lekcje nadobowiązkowe można zadać zdolnym uczniom do samokształcenia lub zrealizować w ramach dodatkowych godzin pracy wynikających z Karty Nauczyciela, np. na kółku zainteresowań. Mogą też być ciekawą propozycją w sytuacji, gdy (np. z powodu za-

stępstw) nauczyciel dysponuje w danej klasie zwiększoną liczbą godzin dydaktycznych. Liczne ciekawostki, notki biograficzne dotyczące sławnych fizyków i astronomów oraz treści dodatkowe są też wbudowane do zwykłych tematów. Teksty te zostały zapisane wyróżniającym się formatem pisma i należy je polecać uczniom szczególnie zainteresowanym. Stwarza to również dodatkowe możliwości indywidualizacji sposobu pracy, tym razem w odniesieniu do uczniów zdolnych.

Cały podręcznik został tak napisany, aby był przyjazny dla humanistów. Odkrycia naukowe przedstawiane są w kontekście historycznym (często w porządku chronologicznym), by ukazać związek fizyki z rozwojem cywilizacji w ogóle, oraz ze sposobem myślenia ówczesnych ludzi w szczególności. To powinno uświadamiać uczniom, że prawdy naukowe nie są czymś narzuconym z góry, ale kształtujemy je w wyniku długotrwałego procesu walki z nieznanym.

## 2. Szczegółowe cele kształcenia i wychowania

Nauczyciel powinien mieć cały czas świadomość, że uczy fizyki nie tylko dla niej samej. Poprzez fizykę i jej specyficzny język rozwija w uczniu kompetencje o charakterze znacznie ogólniejszym, przydatne później człowiekowi praktycznie w całym życiu. Dzięki realizacji programu uczeń:

- rozumie otaczający go świat,
- jest świadomy praw fizyki
- wie, dlaczego i jak zachodzą różne zjawiska, co jest możliwe, a co nie, (dzięki temu może podejmować bardziej rozsądne decyzje we wszelkich dziedzinach życia codziennego i zawodowego co jest przydatne zwłaszcza na stanowiskach kierowniczych).
- rozwija dociekliwość poznawczą,
- dostrzega i analizuje zachodzące procesy,
- rozwija myślenie abstrakcyjne, krytyczne i logiczne,
- potrafi operować symbolami,
- planuje swoje działania,
- potrafi odnajdować analogie i związki przyczynowo-skutkowe,
- rozwija zdolności matematyczne, wie, że nauka nie jest czymś skończonym i zamkniętym,
- weryfikuje dotychczasowe teorie,
- wyszukuje i selekcjonuje informacje, zwłaszcza ze źródeł elektronicznych, oraz przetwarza te informacje do postaci najwłaściwszej do przekazywania ich innym osobom (np. w formie prezentacji multimedialnych),
- bierze udział w dyskusji, potrafi argumentować swoje zdanie ,
- potrafi pracować w zespole,
- przestrzega zasad BHP,
- dba o porządek podczas wykonywania doświadczeń.
- potrafi sformułować, a następnie wdrożyć właściwy algorytm postępowania i ocenić jego efekty W miarę upływu czasu wyniki pomiarów uzyskiwane przez ucznia są coraz bardziej rzetelne, gdyż dostrzega on i uwzględnia coraz więcej czynników mogących je zafałszować.
- potrafi rozwiązywać problemy.
- potrafi formułować a następnie wdrożyć właściwy algorytm postępowania,
- potrafi ocenić efekty swojej pracy.

Cele te powinny być jasne dla ucznia i dlatego niektóre z nich zostały również zapisane we wstępie do podręcznika. Kurs fizyki w szkole ponadgimnazjalnej można rozpocząć od dyskusji na ten temat. Dobrym pomysłem, stosowanym z powodzeniem od lat przez autora, jest zadanie uczniom do napisania rozprawki pt. „Dlaczego warto, abym uczył/uczyła się fizyki?”. Należy poprosić, by potraktowali sprawę osobiście – nie korzystali z gotowych tekstów dostępnych w internecie, tylko zastanowili się, do czego fizyka może się im przydać w ich życiu, w zawodzie, który zamierzają wybrać. Takie postawienie sprawy wzmacnia motywację do nauki i ucina ewentualne późniejsze dyskusje i pytania w stylu „a dlaczego mam się tego uczyć, skoro zamierzam zostać biologiem/ historykiem/ aktorem/ dziennikarzem...?”.

Oprócz kompetencji uniwersalnych, uczeń powinien również wykształcić w sobie zdolności związane z samą fizyką, które powinny nabrać cech umiejętności trwałych:

- znajomość podstawowych praw fizyki, rządzących światem;
- zauważanie związku fizyki z innymi naukami, głównie przyrodniczymi;
- dostrzeganie roli fizyki w kształtowaniu świadomości ludzkiej i rozwoju cywilizacyjnym społeczeństwa;
- zdolność planowania i przeprowadzania eksperymentów fizycznych oraz analizowania ich rezultatów i wyciągania wniosków;
- rozwijanie umiejętności stosowania terminologii stosowanej w fizyce;
- nabycie wiedzy niezbędnej do kontynuowania nauki na kierunkach przyrodniczych lub technicznych;
- umiejętność prawidłowej oceny pozytywnych i negatywnych skutków odkryć w fizyce oraz związanych z nimi wynalazków.

Spis szczegółowych celów kształcenia i umiejętności, jakie uczeń nabędzie w trakcie nauki w szkole ponadgimnazjalnej, zawarty jest w następnym rozdziale niniejszego opracowania.

### 3. Treści edukacyjne

Poniższa tabela zawiera wykaz tematów, wskazanie odpowiednich punktów podstawy programowej, które są w ramach danego tematu realizowane, oraz propozycje metod nauczania i środków dydaktycznych. Tematy oznaczone gwiazdką są nadobowiązkowe i można je przeprowadzić np. w formie kółka fizycznego dla uczniów uzdolnionych i zainteresowanych. Należy mieć świadomość, że niektóre tematy nadobowiązkowe są ze sobą powiązane, np. nie da się przeprowadzić lekcji pt. *Budowa atomu w ujęciu falowym* bez wcześniejszego omówienia tematu *Podstawowe przewidywania mechaniki kwantowej*. Podobnie niektóre ciekawostki w sekcjach *chcesz wiedzieć więcej* odwołują się do treści z tematów dodatkowych, np. rozważania o drugiej prędkości kosmicznej wynikają z lekcji *Pole grawitacyjne jako pole zachowawcze*.

| Temat lekcji                      | Treści PP     | Cele Uczeń:   | Propozycje metod nauczania  | Propozycje środków dydaktycznych   |
|-----------------------------------|---------------|---|---|--|
| <b>Dział 1. Pole grawitacyjne</b> |               |   |   |  |
| 1.1. Ruch jednostajny po okręgu   | 1.1, 1.2      | Zaznajamia się z formalizmem ruchu po okręgu, wyjaśnienia, że jest to ruch zmienny, i wskazuje siły odpowiedzialne za ten ruch. | wykład, dyskusja, demonstracja doświadczeń pokazujących zależność prędkości liniowej od osi obrotu oraz wykazujących istnienie siły dośrodkowej | obręczająca się bryła sztywna (np. koło rowerowe), ciężarek na nitce, kawałek rurki, dynamometr  |
| 1.2. Ruch planet dookoła Słońca   | 1.6, 1.7      | zna historię poglądów na budowę Układu Słonecznego oraz współczesnych ustaleń w tym zakresie.                                   | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja   | plansze, slajdy, sznurek do zdemontowania konstrukcji elipsy na tablicy  |
| 1.3. Prawo powszechnego ciążenia  | 1.2, 1.3, 1.5 | formułuje prawo powszechnego ciążenia i przedstawia jego bezpośrednie konsekwencje.   | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja, pokaz doświadczenia  | przyrząd do wykazywania, że spadek po prostej i po paraboli z tej samej wysokości trwa tyle samo; film z Davem Scotem nakręcony na Księżycu (spadek swobodny pióra i młotka – dostępny w internecie) |
| 1.4. Metody                       | 1.5           | Rozwija zdolności manu-   | wykład, pokaz   | tor powietrzny z   |

|   |                                   |  |  |   |
|---|-----------------------------------|--|--|---|
| pomiaru przyspieszenia ziemskiego             |                                   | alne, potrafi rzetelnie wykonywać pomiar, potrafi współpracować w zespole i analizować popełnione błędy.   | doświadczenia, ćwiczenia w grupach                               | oprzyrządowaniem lub równia pochyła, stoper, wahadło matematyczne   |
| 1.5.* Pole grawitacyjne jako pole zachowawcze | Treści rozszerzające              | Poszerza wiedzę w zakresie teorii pól potencjalnych.   | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja                      | plansze, slajdy   |
| 1.6. Elementy kosmonautyki                    | 1.3, 1.4, 1.5, 1.6                | opisuje podstawowe mechanizmy rządzące ruchem statków kosmicznych i zjawisk zachodzących na orbicie.       | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja, rozwiązywanie zadań | plansze, slajdy   |
| 1.7. Powtórzenie wiadomości                   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 | Potrafi usystematyzować zdobyte wiadomości, poszerza wiedzę w oparciu o inne źródła.                       | dyskusja, pogadanka, referaty uczniów                            | projektor multimedialny/rzutnik, ekran/tablica interaktywna   |
| 1.8. Sprawdzian                               | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 | Sprawdzenie wiadomości i umiejętności uczniów.   | sprawdzian pisemny   | sprawdzian pisemny  |
| <b>Dział 2. Fizyka atomowa</b>                |                                   |  |  |   |
| 2.1. Promieniowanie termiczne                 | 2.1                               | Przedstawia podstawowe pojęcia związane z promieniowaniem termicznym oraz rządzących nim praw fizyki.      | wykład, prezentacja multimedialna, pokaz doświadczeń, dyskusja   | różnokolorowe kartony, termometry ze zbiorniczkami rtęci pomalowanymi na biało i czarno, źródło promieniowania cieplnego, model promiennika zupełnego, spektroskop, łąwa optyczna z siatką dyfrakcyjną, źródłem światła białego i ekranem |
| 2.2. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne      | 2.6                               | Przedstawia istotę zjawiska fotoelektrycznego oraz wskazuje jego związek z podstawami mechaniki kwantowej. | pokaz doświadczeń, dyskusja, wykład                              | elektroskop, świeżo oczyszczona płytka cynkowa, lampa kwarcowa, szyba, bateria słoneczna, woltomierz lub amperomierz, foto-   |



|  |                              |   |   |   |
|--|------------------------------|---|---|---|
|  |                              |   |   | komórka   |
| 2.3. Właściwości fotonu                            | 2.4                          | Przedstawia właściwości kwantu światła jako cząstki elementarnej.   | wykład, dyskusja  | plansze, slajdy   |
| 2.4.* Podstawowe przewidywania mechaniki kwantowej | Treści rozszerzające         | Przedstawia podstawowe zjawiska kwantowe wynikające z falowej natury materii.   | wykład, dyskusja  | plansze, slajdy   |
| 2.5. Widma atomowe                                 | 2.1                          | Przedstawia postaci i mechanizmy powstawania widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów (w tym wodoru). Wskazuje korzyści, jakie daje analiza widmowa.           | pokaz doświadczeń/ćwiczenia w grupach, indywidualna obserwacja widm, dyskusja, wykład | komplet spektroskopów, rurki do wyładowań w gazach, induktor Ruhmkorffa lub inne źródło wysokiego napięcia, świetlówka; ewentualnie łąwa optyczna z jarzeniówką, siatką dyfrakcyjną i ekranem |
| 2.6. Model Bohra atomu wodoru                      | 2.2, 2.3, 2.5                | Przedstawia model Bohra jako wniosek z badań widm atomowych. Wyjaśnia mechanizm emisji i absorpcji promieniowania przez atom.                               | wykład, dyskusja, rozwiązywanie zadań   | plansze, slajdy, programy komputerowe (symulacje)   |
| 2.7.* Budowa atomu w ujęciu falowym                | Treści rozszerzające         | Przedstawia budowę atomu w świetle aktualnie obowiązującego paradygmatu wiedzy. Potrafi powiązać budowę atomu z właściwościami makroskopowymi pierwiastków. | wykład, dyskusja, rozwiązywanie zadań   | plansze, slajdy   |
| 2.8.* Promieniowanie rentgenowskie                 | Treści rozszerzające         | Wyjaśnia mechanizm powstawania promieni rentgenowskich, przedstawia ich właściwości i zastosowanie.   | wykład, dyskusja, ewentualnie pokaz   | plansze, slajdy, lampy rentgenowskie, ekran fluorescencyjny   |
| 2.9. Powtórzenie wiadomości                        | 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 | Potrafi usystematyzować zdobyte wiadomości, poszerza wiedzę w oparciu o inne źródła.  | dyskusja, pogadanka, referaty uczniów   | projektor multimedialny/rzutnik, ekran/tablica interaktywna   |

|   |                           |  |  |  |
|---|---------------------------|--|--|--|
| 2.10. Sprawdzian                                      |                           | Sprawdzenie wiadomości i umiejętności uczniów.   | sprawdzian pisemny   | sprawdzian pisemny   |
| <b>Dział 3. Fizyka jądrowa</b>                        |                           |  |  |  |
| 3.1. Odkrycie i właściwości jądra atomowego           | 3.1, 3.2                  | Posiada podstawowe informacji o historii odkrycia jądra atomowego oraz jego właściwościach.  | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja, rozwiązywanie zadań                       | plansze, slajdy  |
| 3.2. Promieniotwórczość naturalna                     | 3.3, 3.4                  | Zna historię odkrycia promieniotwórczości, podstawowych praw nią rządzących oraz omawia właściwości różnych rodzajów promieniowania.                   | wykład, prezentacja multimedialna/symulacja komputerowa, dyskusja, rozwiązywanie zadań | plansze, slajdy, programy komputerowe (symulacje), źródło promieniowania, licznik G-M lub inny detektor promieniowania |
| 3.3. Rozpady promieniotwórcze                         | 3.3                       | Dokładniejsze omówienie rozpadów różnych typów i przekazanie informacji o szeregach promieniotwórczych.  | wykład, prezentacja multimedialna, dyskusja  | plansze, slajdy, symulacje komputerowe   |
| 3.4. Detektory promieniowania jądrowego               | 3.6                       | Omawia budowę i zasady działania detektorów promieniowania różnych typów.  | wykład, pokaz slajdów, demonstracja urządzeń   | klisza jądrowa, licznik G-M, spintaryskop, komora Wilsona; ewentualnie plansze lub slajdy                              |
| 3.5. Wpływ promieniowania na materię i organizmy żywe | 3.7                       | Rozumie wpływ promieniowania jonizującego na materię nieożywioną i tkanki żywe. Poznaje podstawy dozymetrii.   | wykład, pokaz slajdów, dyskusja  | plansze, slajdy, filmy   |
| 3.6. Zastosowania zjawiska promieniotwórczości        | 3.4, 3.8                  | Wie, jakie zastosowanie ma promieniotwórczość w datowaniu, medycynie, nauce i technice.  | wykład, pokaz slajdów, dyskusja  | plansze, slajdy  |
| 3.7. Reakcje jądrowe                                  | 3.5, 3.9                  | Zna różne typy reakcji jądrowych, potrafi zapisywać równania takich reakcji.   | wykład, rozwiązywanie zadań  | plansze, slajdy  |
| 3.8. Energia jądrowa                                  | 3.2, 3.5, 3.9, 3.10, 3.11 | wskazuje źródła energii jądrowej, mechanizmy jej uwalniania i przedstawia zasady działania reaktorów i bomb atomowych. Przedstawia zalety i wady ener- | wykład, pokaz slajdów, prezentacja multimedialna, symulacja komputerowa, dyskusja      | plansze, slajdy, programy komputerowe (symulacje)  |

|   |                      |  |  |  |
|---|----------------------|--|--|--|
|   |                      | getyki jądrowej.   |  |  |
| 3.9.* Cząstki elementarne                       | Treści rozszerzające | Zna historię odkrycia cząstek elementarnych, ich współczesnej klasyfikacji i przewidywań Modelu Standardowego.   | wykład, pokaz slajdów, prezentacja multimedialna | plansze, slajdy, filmy, symulacje              |
| 3.10. Powtórzenie wiadomości                    | 3.1–3.11             | Potrafi usystematyzować zdobyte wiadomości, poszerza wiedzę w oparciu o inne źródła.   | dyskusja, pogadanka, referaty uczniów            | projektor/rzutnik, ekran/tablica multimedialna |
| 3.11. Sprawdzian                                | 3.1–3.11             | Sprawdzenie wiadomości i umiejętności uczniów.   | sprawdzian pisemny                               | sprawdzian pisemny                             |
| <b><i>Dział 4. Astrofizyka i kosmologia</i></b> |                      |  |  |  |
| 4.1. Skale odległości we Wszechświecie          | 1.7, 1.9             | wie, jakie są metody pomiaru odległości do Księżyca, planet, gwiazd i galaktyk.  | wykład, dyskusja                                 | plansze, slajdy                                |
| 4.2. Układ Słoneczny                            | 1.10                 | Przedstawia budowę Układu Słonecznego i zna historię jego powstania.   | wykład, pokaz multimedialny, dyskusja            | plansze, slajdy, teleskop                      |
| 4.3. Słońce – Ziemia – Księżyc                  | 1.8                  | Wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżyca oraz zaćmień Księżyca i Słońca.  | wykład, pokaz multimedialny, dyskusja            | plansze, slajdy, teleskop                      |
| 4.4. Ewolucja gwiazd                            | 1.10, 3.11           | Przedstawia klasyfikację gwiazd oraz prezentuje aktualny stan wiedzy na temat powstawania gwiazd o różnych masach, przebiegu ich życia oraz końcowych stadiach ich ewolucji. | wykład, pokaz multimedialny, dyskusja            | plansze, slajdy, prezentacje multimedialne     |
| 4.5. Budowa galaktyk                            | 1.11                 | Omawia budowę Drogi Mlecznej i miejsca Układu Słonecznego w kosmosie. Przedstawia klasyfikację galaktyk i wielkoskalowej struktury Wszechświata.                             | wykład, pokaz multimedialny, dyskusja            | plansze, slajdy, prezentacje multimedialne     |
| 4.6. Ewolucja Wszechświata                      | 1.12                 | Omawia podstawowe fakty obserwacyjne kosmologii i przedstawia kolejne etapy ewolucji Wszechświata w świetle teorii Wielkiego Wybuchu.  | wykład, pokaz multimedialny, dyskusja            | plansze, slajdy, prezentacje multimedialne     |

|                             |          |  |                                       |  |
|-----------------------------|----------|--|---------------------------------------|--|
| 4.7. Powtórzenie wiadomości | 1.7–1.12 | Potrafi usystematyzować zdobyte wiadomości, poszerza wiedzę w oparciu o inne źródła. | dyskusja, pogadanka, referaty uczniów | projektor/rzutnik, ekran/tablica multimedialna |
| 4.8. Sprawdzian             | 1.7–1.12 | Sprawdzenie wiadomości i umiejętności uczniów.                                       | sprawdzian pisemny                    | sprawdzian pisemny                             |

## 4. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Jednym z istotnych warunków osiągnięcia celów kształcenia i wychowania jest posiadanie przez szkołę odpowiednio wyposażonej pracowni fizycznej. Nawet najlepszy wykład wygłoszony tylko z użyciem tablicy i kredy nie zastąpi choćby prostego doświadczenia. Brak eksperymentów sprawia, że dla ucznia fizyka staje się abstrakcyjnym zbiorem nic nieznaczących definicji i regulek, niemających odniesienia do rzeczywistości. W efekcie uczniowie uczą się tych definicji na pamięć, zamiast po prostu czuć dane zjawisko i umieć wyrazić jego przebieg i sens własnymi słowami. Często można zauważyć, że uczniowie traktują prawa fizyki tak, jakby dotyczyły zupełnie innego świata, a nie otaczającej rzeczywistości.

Z drugiej strony w programie nauczania dla klasy I szkoły ponadgimnazjalnej znalazły się działy, w których trudno o przeprowadzenie eksperymentu. Takie tematy, jak: reakcje jądrowe, budowa galaktyki czy ewolucja Wszechświata, z natury rzeczy mogą zostać omówione wyłącznie w sposób teoretyczny. Ale również w tym wypadku należy posłużyć się planszami, filmami lub innego rodzaju materiałami multimedialnymi. Pożądane jest więc wyposażenie pracowni w odpowiedni sprzęt audio-wizualny.

### **Idealna pracownia fizyczna powinna więc zawierać:**

- sprzęt multimedialny: komputer podłączony do internetu, projektor, ekran (lub tablicę multimedialną), w ostateczności rzutnik, foliogramy i plansze (plansze z najważniejszymi prawami fizyki powinny stanowić trwałą wystrój wnętrza pracowni, stwarzać odpowiedni nastrój i być pomocą dla zapominalskich);
- podstawowy zestaw do mechaniki, umożliwiający demonstrację i analizę ruchu obrotowego, pomiar siły dośrodkowej itp.;
- tor powietrzny z oprzyrządowaniem, w ostateczności odpowiednio wyposażoną równię pochylą, na której można dokonać pomiaru przyspieszenia ziemskiego;
- wahadło matematyczne (łatwe do wykonania we własnym zakresie);
- spektroskop, ławę optyczną z siatką dyfrakcyjną, źródło światła białego i rurki do wyładowań w gazach, w tym najlepiej wodoru (do zasilania rurek niezbędny jest induktor Ruhmkorffa lub inne, podobnie działające urządzenie);
- sprzęt do demonstracji zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego: elektroskop, płytkę cynkową, lampę kwarcową, szybę (w ostateczności można się posłużyć baterią słoneczną oraz woltomierzem i zademonstrować zamiennie zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne);
- źródło promieniowania jonizującego i jakiś detektor, np. licznik Geigera-Müllera, szkolną wersję komory Wilsona itp.;
- sprzęt do obserwacji astronomicznych, czyli możliwie dobrej jakości teleskop.

Należy zadbać o to, by jak najwięcej treści przekazywanych uczniom nabrało charakteru wiedzy trwałej. Kluczem do sukcesu jest angażowanie możliwie maksymalnej liczby zmysłów w procesie poznawczym. „Atakowanie” ucznia dźwiękiem, obrazem, ruchem podczas wykonywania do-

świadczeń, stawianie go w sytuacji problemowej, gdzie musi coś samodzielnie zaplanować, wyjaśnić, podjąć decyzję, daje dużą szansę, że będzie on pamiętał zdobytą wiedzę przez długie lata. Temu celowi służą m.in. dwa doświadczenia proponowane do wykonania bezpośrednio przez uczniów. Ich tematem jest pomiar przyspieszenia ziemskiego dwiema niezależnymi metodami. Przebieg doświadczenia i jego rezultaty należy następnie opisać w formie kompleksowego sprawozdania. Oczekiwana struktura takiego sprawozdania jest przedstawiona szczegółowo w podręczniku.

Jedną z kluczowych kompetencji kształconych w szkole jest czytanie ze zrozumieniem, wyszukiwanie i selekcjonowanie oraz przetwarzanie wiadomości. W podsumowaniu każdego działu znajdują się tematy, które należy zaproponować uczniom do przygotowania w formie referatu (najlepiej multimedialnego), planszy, plakatu lub makiety. Tematy te mają najczęściej charakter ciekawostek, tak więc wyszukanie i przetworzenie odpowiednich informacji powinno być dla ucznia przyjemnością. Jednocześnie jest to świetna okazja do pogłębienia wiadomości zdobytych w ramach danego działu.

Należy pamiętać, że w każdej klasie znajdują się uczniowie o różnym poziomie zdolności. Do każdego z nich należy podejść w sposób zindywidualizowany. Towarzysząca programowi książka stwarza takie możliwości.

Uczniowie szczególnie zdolni lub zainteresowani fizyką znajdą w podręczniku pięć dodatkowych tematów. Ich rolą jest uzupełnienie wiedzy w ramach danego działu lub przedstawienie jej w innym świetle – bardziej odpowiadającym aktualnemu widzeniu świata. Podstawa programowa z konieczności proponuje bowiem dość uproszczony obraz pola grawitacyjnego, atomu i cząstki elementarnej. W wypadku atomu zatrzymuje się np. na stanie wiedzy sprzed niemal stu lat, nie wspominając o późniejszych dokonaniach mechaniki kwantowej. Zdolny uczeń, który nie będzie kontynuował nauki fizyki na poziomie rozszerzonym, może mieć w związku z tym poczucie pewnego niedosytu.

Jak napisano we wstępie, stosownie do poziomu klasy lekcje nadobowiązkowe można zrealizować zamiast lekcji powtórzeniowych albo na zajęciach pozalekcyjnych, ewentualnie zadać je do samodzielnego opanowania uczniom zdolnym. Podobnemu celowi służą, umieszczone niemal w każdej jednostce lekcyjnej, sekcje *Chcesz wiedzieć więcej?*. Ich zadaniem jest bieżące uzupełnianie wiedzy zainteresowanych uczniów szczegółami związanymi z danym tematem, a nieobjętymi wprost hasłami podstawy programowej. Każdy nauczyciel będzie mógł samodzielnie zdecydować, które treści będą dla jego uczniów najbardziej odpowiednie.

Zupełnie inaczej należy pracować z uczniem z SPE. W jego przypadku powinno się koncentrować na treściach objętych wymaganiami koniecznymi. Niezbędna jest też współpraca ze szkolnym pedagogiem lub psychologiem. Należy kształcić w takim uczniu umiejętności o charakterze bardziej praktycznym, potrzebne do opanowania kolejnych partii materiału. Nie należy wymagać od niego wiadomości zbyt abstrakcyjnych, nieposiadających bezpośredniego odniesienia do otaczającej rzeczywistości. Konieczne może być też zmodyfikowanie metod nauczania. Trudno dawać tu jakieś ogólne recepty, gdyż konkretny sposób postępowania zawsze musi być skorelowany z treścią opinii lub orzeczenia poradni pedagogiczno-psychologicznej.

## 5. Opis założonych osiągnięć ucznia

Poniższa tabela stanowi propozycję podziału treści nauczania na poszczególne poziomy opanowania wiedzy. Każdy nauczyciel dostosuje ją do swoich konkretnych warunków. Generalnie należy przestrzegać zasady, że wśród treści koniecznych umieszczamy zagadnienia o charakterze podstawowym, niezbędne do elementarnego rozumienia dalszych partii materiału. Wszystkie elementy wymagające samodzielnego myślenia i wnioskowania oraz partie materiału mające postać ciekawostek i dodatkowych informacji dla zainteresowanych bezwzględnie należy traktować jako ponadpodstawowe. W przypadku uczniów niepełnosprawnych dobór treści koniecznych i podstawowych powinien zostać dodatkowo skonsultowany ze szkolnym pedagogiem lub psychologiem.

Tematy oznaczone gwiazdką są nadobowiązkowe i dlatego nie zawierają wymagań podstawowych. Przeznaczone są dla uczniów zdolnych lub szczególnie zainteresowanych.

| Temat lekcji                    | Wymagania podstawowe<br>(ocena dopuszczająca i dostateczna)  | Wymagania ponadpodstawowe<br>(ocena dobra, bardzo dobra i celująca)   |
|---------------------------------|--|---|
| <i>Dział 1. Grawitacja</i>      |  |   |
| 1.1. Ruch jednostajny po okręgu | Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>Definiuje ruch jednostajny po okręgu, okres ruchu i częstotliwość</li> <li>Posługuje się pojęciem prędkości liniowej, przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej</li> <li>Wykonuje i objaśnia doświadczenie dowodzące istnienia siły dośrodkowej</li> <li>Rozwiązuje samodzielnie proste zadania dotyczące okresu, częstotliwości, prędkości liniowej i przyspieszenia dośrodkowego</li> </ul> | Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>Posługuje się pojęciem łukowej miary kąta i prędkości kątowej</li> <li>Uzasadnia związek między prędkością liniową i kątową</li> <li>Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul> |
| 1.2. Ruch planet dookoła Słońca | Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>Formułuje główne tezy teorii heliocentrycznej Kopernika</li> <li>Wyjaśnia, dlaczego planety przemieszczają się na tle gwiazd</li> <li>Stosuje trzecie prawo Keplera</li> </ul>   | Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zna historyczne poglądy na budowę Układu Słonecznego, w tym założenia teorii geocentrycznej</li> <li>Omawia prawa Keplera, posługując się odpowiednimi</li> </ul>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | do obliczania okresu obiegu planety wokół Słońca lub jej średniej odległości od Słońca   | <p>rysunkami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul>   |
| 1.3. Prawo powszechnego ciążenia              | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formułuje treść i wzór prawa powszechnego ciążenia, objaśnia znaczenie użytych symboli</li> <li>• Wyjaśnia istotę przyspieszenia ziemskiego i zna jego wartość</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie proste zadania na oddziaływanie grawitacyjne dwóch ciał</li> </ul>                  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyprowadza prawo powszechnego ciążenia z praw Keplera i wzorów dotyczących ruchu obrotowego</li> <li>• Opisuje metodę pomiaru stałej grawitacji</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Wyprowadza zależność przyspieszenia grawitacyjnego od odległości od środka masy we wnętrzu planety</li> </ul>                         |
| 1.4. Metody pomiaru przyspieszenia ziemskiego | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia źródła błędów pomiarowych i wskazuje metody eliminowania tych błędów</li> <li>• Przeprowadza eksperyment i uzyskuje wyniki o niezbyt wysokiej dokładności</li> <li>• Opracowuje terminowo pisemną relację z eksperymentu w formie w miarę poprawnego sprawozdania</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzyskuje dość dokładne wyniki pomiarów</li> <li>• Poprawnie stosuje statystyczne metody opracowywania wyników</li> <li>• Wykazuje dociekliwość poznawczą podczas przeprowadzania eksperymentów i opracowywania wyników</li> <li>• Stosuje graficzną analizę wyników danych pomiarowych i wyciąga z niej trafne wnioski</li> <li>• Proponuje alternatywne metody badawcze</li> </ul> |
| 1.5.* Pole grawitacyjne jako pole zachowawcze |  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje pole potencjalne (zachowawcze) i wyjaśnia jego istotę</li> <li>• Oblicza pracę w polu zachowawczym na podstawie prawidłowych wzorów na energię potencjalną</li> </ul>   |
| 1.6. Elementy ko-                             | Uczeń:   | Uczeń:   |



|  |   |  |
|--|---|--|
| smonautyki                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia pojęcia przeciążenia, nieważkości, satelity geostacjonarnego</li> <li>• Zna wzory na pierwszą i drugą prędkość kosmiczną</li> <li>• Rozwiązuje proste zadania rachunkowe na podstawienie do gotowych wzorów</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyprowadza wzór na pierwszą prędkość kosmiczną</li> <li>• Oblicza promień orbity geostacjonarnej</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Omawia problemy związane z napędem i sterowaniem sond międzyplanetarnych</li> <li>• Wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną</li> <li>• Prawdłowo opisuje ruch ciał w Układzie Słonecznym w zależności od ich prędkości początkowych</li> </ul>   |
| <i>Dział 2. Fizyka atomowa</i>           |   |  |
| 2.1. Promieniowanie termiczne            | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia pojęcia zdolności emisyjnej i absorpcyjnej, ciała doskonale czarnego, podając przykłady z życia</li> <li>• Opisuje widmo ciągłe w sposób jakościowy</li> </ul>  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formułuje (słowami i wzorem) prawa Kirchhoffa, Plancka, Wiena i Stefana-Boltzmanna, objaśnia użyte we wzorach symbole</li> <li>• Stosuje w zadaniach rachunkowych prawo Wiena, Stefana-Boltzmanna i Plancka</li> </ul>  |
| 2.2. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wyjaśnia, co to jest fotoelektron</li> <li>• Przedstawia prawa związane z fotoemisją</li> <li>• Podaje treść i wzór prawa Einsteina-Millikana</li> <li>• Opisuje doświadczenie Hertza</li> <li>• Wymienia zastosowania praktyczne zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>• Rozwiązuje proste zadania rachunkowe na wyznaczenie energii i prędkości fotoelek-</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje doświadczenie Lenarda i jego wyniki</li> <li>• Dokonuje prawidłowej interpretacji zjawiska na gruncie mechaniki kwantowej</li> <li>• Wyjaśnia, jak można wyznaczyć doświadczalnie wartość stałej Plancka i pracę wyjścia dla konkretnej substancji</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Zna istotę i zastosowania zjawiska fotoelektrycznego wewnętrznego</li> </ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | tronów z zasady zachowania energii  |   |
| 2.3. Właściwości fotonu                            | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje pojęcie fotonu</li> <li>• Podaje wzór na energię fotonu</li> <li>• Posługuje się wzorem na energię fotonu w prostych zadaniach rachunkowych</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzasadnia lub wyprowadza wzory na masę, energię i pęd fotonu</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania rachunkowe</li> <li>• Opisuje zjawiska świadczące o korpuskularnej naturze światła</li> <li>• Wyjaśnia pojęcie dualizmu korpuskularno-falowego</li> </ul>        |
| 2.4.* Podstawowe przewidywania mechaniki kwantowej |   | <p>Uczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia, czym są fale materii i oblicza ich długość</li> <li>• Opisuje budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego</li> <li>• Formułuje zasadę nieoznaczoności Heisenberga</li> <li>• Wyjaśnia, skąd wynika kwantowanie energii i na czym polega zjawisko tunelowe</li> </ul> |
| 2.5. Widma atomowe                                 | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia, co to jest i jak powstaje widmo emisyjne i absorpcyjne</li> <li>• Opisuje ilościowo widmo wodoru</li> <li>• Stosuje wzór Balmera do obliczania długości fal linii widmowych</li> </ul>                       | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia zastosowania analizy widmowej</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul>   |
| 2.6. Model Bohra atomu wodoru                      | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formułuje postulaty Bohra</li> <li>• Opisuje model atomu wg Bohra w sposób jakościowy</li> <li>• Definiuje stan stacjonarny i wzbudzony</li> <li>• Zna wzory na promień orbity stacjonarnej i energię elek-</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje historyczne teorie dotyczące budowy atomu</li> <li>• Posługuje się wzorami na promień orbity stacjonarnej i energię elektronu w atomie wodoru w zadaniach rachunkowych</li> </ul>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | tronu w atomie wodoru i potrafi wyjaśnić znaczenie użytych w nich symboli  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii kwantów promieniowania</li> </ul>  |
| 2.7.* Budowa atomu w ujęciu falowym         |  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia mankamenty teorii Bohra</li> <li>• Wyjaśnia sens postulatów Bohra na gruncie mechaniki falowej</li> <li>• Posługuje się pojęciem liczby kwantowej</li> <li>• Omawia budowę atomów wieloelektronowych i wskazuje związek między budową atomu a właściwościami makroskopowymi pierwiastków</li> </ul> |
| 2.8.* Promienowanie rentgenowskie           |  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje właściwości promieni rentgenowskich</li> <li>• Wymienia zastosowania promieni rentgenowskich w medycynie, technice i krytalografii</li> <li>• Wyjaśnia mechanizm powstawania promieni rentgenowskich</li> <li>• Objaśnia budowę i zasadę działania lamp rentgenowskich</li> </ul>                    |
| <i>Dział 3. Fizyka jądrowa</i>              |  |   |
| 3.1. Odkrycie i właściwości jądra atomowego | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacjonuje wyniki doświadczenia Rutherforda</li> <li>• Określa promień jądra atomowego</li> <li>• Wymienia składniki jądra atomowego</li> <li>• Posługuje się pojęciem izotopu i deficytu masy</li> <li>• Oblicza promień jądra na podstawie liczby jego nukle-</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje szczegółowo doświadczenie Rutherforda</li> <li>• Wyjaśnia działanie spektrometru masowego</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>onów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Określa skład i masę jądra konkretnego izotopu</li> <li>• Oblicza masę atomową mieszaniny izotopów</li> </ul>  |  |
| 3.2. Promieniotwórczość naturalna       | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia i opisuje różne rodzaje promieniowania</li> <li>• Definiuje aktywność substancji promieniotwórczej i okres połowicznego rozpadu</li> <li>• Zna treść prawa rozpadu i wskazuje na jego statystyczny charakter</li> <li>• Stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania prostych zadań</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje historię odkrycia promieniotwórczości</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul>   |
| 3.3. Rozpady promieniotwórcze           | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje rozpad alfa i beta</li> <li>• Posługuje się pojęciem szeregu promieniotwórczego</li> <li>• Zapisuje przykładowe reakcje rozpadu alfa i beta, zwracając uwagę na spełnienie zasad zachowania</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia, skąd się biorą na Ziemi pierwiastki promieniotwórcze o krótkim okresie życia</li> <li>• Wyjaśnia mechanizm powstawania promieniowania gamma</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Opisuje rozpad beta plus i wychwytywanie elektronu</li> </ul> |
| 3.4. Detektory promieniowania jądrowego | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia podstawowe typy detektorów promieniowania i omawia ich zastosowania</li> </ul>  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje budowę i zasadę działania klisz jądrowych, liczników Geigera–Müllera, liczników scyntylacyjnych, komory Wilsona i komory pęcherzykowej</li> <li>• Wyjaśnia problemy związane z detekcją neutronów i opisuje zasadę działania detektora neutronów</li> <li>• Wyjaśnia, dlaczego badanie</li> </ul>         |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>neutrin jest dla fizyków ważne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia i opisuje największe światowe laboratoria, w których wykorzystuje się detektory promieniowania</li> <li>• Opisuje budowę i zasadę działania detektorów innych niż opisane w podręczniku</li> </ul>                             |
| 3.5. Wpływ promieniowania na materię i organizmy żywe | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia wpływ na materię żywą i nieożywioną promieniowania jonizującego</li> <li>• Definiuje podstawowe wielkości fizyczne stosowane w dozymetrii oraz ich jednostki</li> <li>• Wskazuje na istnienie przepisów dotyczących ochrony radiologicznej</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia wpływ na materię strumienia neutronów</li> <li>• Wyjaśnia pojęcie promieniotwórczości wzbudzonej</li> <li>• Opisuje chorobę popromienną</li> <li>• Wymienia przykładowe awarie i katastrofy związane z promieniowaniem i opisuje ich skutki</li> </ul> |
| 3.6. Zastosowania zjawiska promieniotwórczości        | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje metodę datowania węglem C14</li> <li>• Wymienia i opisuje zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej, radioterapii i wybranych urządzeniach przemysłowych</li> <li>• Rozwiązuje proste zadania dotyczące datowania metodą C14</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje zastosowania promieniotwórczości inne niż opisane w podręczniku</li> </ul>  |
| 3.7. Reakcje jądrowe                                  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje pojęcie reakcji jądrowej</li> <li>• Wymienia i opisuje typy reakcji jądrowych, w tym reakcję rozszczepienia</li> <li>• Zapisuje przykładowe reakcje w postaci równań, zwracając uwagę na stosowanie zasad zachowania</li> </ul>                      | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> </ul>  |
| 3.8. Energia jądrowa                                  | Uczeń:  | Uczeń:   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| wa                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wskazuje deficyt masy jako źródło energii jądrowej</li> <li>• Pokazuje na odpowiednim wykresie sposoby uwalniania energii jądrowej (syntezę i rozszczepienie)</li> <li>• Opisuje budowę i zasadę działania reaktora jądrowego oraz bomby atomowej i wodorowej</li> <li>• Wyjaśnia warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>• Wymienia zagrożenia i korzyści z energii jądrowej</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oblicza deficyt masy wybranych izotopów</li> <li>• Zapisuje przykładowe reakcje zachodzące w bombie wodorowej</li> <li>• Oblicza bilans energetyczny wybranych reakcji jądrowych</li> </ul>  |
| 3.9.* Cząstki elementarne                | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia podstawowe cząstki elementarne</li> <li>• Formuluje podstawowe zasady obowiązujące podczas przemian cząstek elementarnych</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia, czym jest antymateria</li> <li>• Klasyfikuje cząstki w oparciu o Model Standardowy</li> <li>• Wyjaśnia pojęcie kwarka</li> </ul>   |
| <i>Dział 4. Astrofizyka i kosmologia</i> |  |   |
| 4.1. Skale odległości we Wszechświecie   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia metody pomiaru odległości do Księżyca, Słońca, planet dolnych i górnych oraz najbliższych gwiazd</li> <li>• Posługuje się pojęciem paralaksy heliocentrycznej</li> <li>• Definiuje jednostkę astronomiczną, rok świetlny i parsek</li> <li>• Przelicza jednostki długości stosowane w astronomii</li> </ul>  | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ma pełną świadomość proporcji rozmiarów Układu Słonecznego, Galaktyki i Wszechświata</li> <li>• Opisuje metody pomiarów odległości w największej skali, oparte na obserwacji cefeid i pomiarach przesunięcia ku czerwieni</li> <li>• Samodzielnie rozwiązuje zadania związane z tematem</li> </ul> |
| 4.2. Układ Słoneczny                     | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymienia i opisuje poszczególne strefy Układu Słonecznego</li> <li>• Wymienia planety Układu Słonecznego i przedstawia ich krótką charakterystykę</li> <li>• prezentuje aktualne ustalenia</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteryzuje obiekty pasa Kuipera, dysku rozproszonego i obłoku Oorta</li> <li>• Stosuje prawo powszechnego ciążenia i prawa Keplera do prostych obliczeń dotyczących ciał Układu Słonecznego</li> </ul>   |

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
|                                | <p>dotyczące powstania Układu Słonecznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kojarzy charakterystykę planet wewnętrznych i zewnętrznych z warunkami panującymi w różnych odległościach od Słońca</li> </ul>   | <p>go</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Prezentuje (w formie ciekawostek) dodatkowe informacje o różnych obiektach Układu Słonecznego</li> <li>• Opisuje przebieg międzyplanetarnych misji badawczych i ich rezultaty</li> </ul>   |
| 4.3. Słońce – Ziemia – Księżyc | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje ruch Księżyca wokół Ziemi i ruch Ziemi wokół Słońca</li> <li>• Wyjaśnia, skąd się biorą fazy Księżyca oraz zaćmienia Słońca i Księżyca</li> <li>• Wyjaśnia, kiedy występuje zaćmienie całkowite, częściowe i obrączkowe</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Omawia szczególne warunki, jakie muszą być spełnione, by zaćmienie Słońca było całkowite</li> <li>• Wyjaśnia, z czego wynika częstotliwość poszczególnych rodzajów zaćmień</li> <li>• Komentuje występowanie (lub brak) faz u innych ciał niebieskich</li> <li>• Opisuje badania naukowe, jakie można przeprowadzać podczas zaćmień</li> </ul>  |
| 4.4. Ewolucja gwiazd           | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje metody pozyskiwania informacji o gwiazdach</li> <li>• Opisuje właściwości ziemskiej atmosfery pod względem przepuszczalności fal o różnych długościach</li> <li>• Klasyfikuje gwiazdy w oparciu o diagram H-R</li> <li>• Wyjaśnia jakościowo mechanizm powstawania i świecenia gwiazd</li> <li>• Opisuje jakościowo końcowe etapy ewolucji gwiazd w zależności od ich masy</li> <li>• Zapisuje typowe reakcje jądrowe zachodzące w gwiaz-</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szczegółowo charakteryzuje czerwone olbrzymy, białe karły, supernowe, gwiazdy neutronowe i pulsary</li> <li>• Pokazuje i objaśnia drogę ewolucyjną różnych typów gwiazd na diagramie H-R</li> <li>• Omawia jakościowo właściwości czarnych dziur, oblicza promień Schwarzschilda</li> <li>• Rozwiązuje samodzielnie trudniejsze zadania związane z bieżącym tematem</li> <li>• Prezentuje dodatkowe, ciekawe informacje nt. wybranych obiektów kosmicznych</li> </ul> |

|                            | dach   |   |
|----------------------------|--|---|
| 4.5. Budowa galaktyk       | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisuje budowę naszej Galaktyki i wskazuje miejsce, jakie zajmuje w niej Układ Słoneczny</li> <li>• Klasyfikuje inne galaktyki pod względem wielkości i budowy</li> </ul>   | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posługuje się pojęciem gromady galaktyk i supergromady</li> <li>• Opisuje wielkoskalową strukturę Wszechświata</li> <li>• Opisuje ruchy galaktyk i konsekwencje ich ewentualnych zderzeń</li> <li>• Wyjaśnia, czym są kwazary</li> <li>• Prezentuje wiedzę wyraźnie wykraczającą poza ramy określone treścią podręcznika</li> </ul>  |
| 4.6. Ewolucja Wszechświata | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiuje pojęcie Wszechświata</li> <li>• Opisuje ekspansję Wszechświata i promieniowanie reliktowe</li> <li>• Wymienia kolejne etapy ewolucji Wszechświata wg teorii Wielkiego Wybuchu</li> <li>• Formułuje treść zasad kosmologicznych i objaśnia ich konsekwencje</li> </ul> | <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnia bardziej szczegółowo ewolucję Wszechświata na gruncie teorii Wielkiego wybuchu</li> <li>• Opisuje aktualny stan badań nad promieniowaniem reliktowym</li> <li>• Omawia scenariusze dalszej ewolucji Wszechświata w zależności od jego gęstości</li> <li>• Omawia wpływ ciemnej materii i ciemnej energii na dalsze losy Wszechświata</li> <li>• Przedstawia i komentuje fakty związane z tematem, wykraczające poza ramy podręcznika</li> </ul> |



## 6. Kryteria ocen i metody sprawdzania osiągnięć ucznia

Bieżące ocenianie ucznia jest nieodłącznym elementem procesu dydaktycznego. Powinno ono z jednej strony stymulować ucznia do systematycznej pracy, a z drugiej dawać mu informację zwrotną o jego postępach. Aby ocena końcowa (semestralna lub roczna) była obiektywna, powinna uwzględniać możliwie szeroki wachlarz form aktywności ucznia. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do wychowanków z różnymi dysfunkcjami i specyficznymi trudnościami w zdobywaniu wiedzy lub jej artykułowaniu.

Jeśli w klasie są uczniowie z orzeczeniami poradni pedagogiczno-psychologicznych, należy zastosować indywidualizację metod dydaktycznych. W aspekcie oceniania powinna ona w głównej mierze koncentrować się na takich metodach badania stanu wiedzy, aby uzyskać jej obraz możliwie mało zafałszowany samym procesem ekspresji wiedzy przez ucznia. W zależności od konkretnego przypadku, preferowane więc będą metody pisemne, ustne, manualne (polegające na wykonaniu pewnych czynności, np. przeprowadzeniu doświadczenia). Zachodzić też może potrzeba zapewnienia szczególnych warunków, takich jak: wydłużenie czasu pisania, odpytywanie bez świadków (nie na forum całej klasy) albo zastosowania łagodniejszych kryteriów oceny w odniesieniu do ewentualnych specyficznych błędów niewynikających z braków wiedzy, tylko z określonych uwarunkowań psychofizycznych.

Podczas lekcji fizyki będą stosować następujące formy oceniania:

- Odpowiedź ustną, obejmującą trzy ostatnie tematy lekcyjne. Z uwagi na szczupłość czasu przewidzianego na fizykę w siatce godzin wielu nauczycieli odchodzi od tej formy. Jest ona jednak najlepsza dla osób ze specyficznymi trudnościami w wypowiedzaniu się na piśmie. Ponadto można zauważyć, że systematyczne stosowanie tej formy oceniania dyscyplinuje klasę.
- Krótką kartkówkę, mogącą obejmować wiadomości teoretyczne z ostatnich lekcji, jak i zadania rachunkowe, zwłaszcza podobne do przerabianych wcześniej do domu.
- Kompleksowy sprawdzian pisemny po zrealizowaniu każdego działu. Powinien on być odpowiednio wcześniej zapowiedziany. Materiał w podręczniku został tak ułożony, by w każdym półroczu można przeprowadzić po dwa sprawdziany: jeden mniej więcej w środku każdego półroczu, drugi pod koniec. Sprawdziany należy układać w taki sposób, aby sama wiedza teoretyczna wystarczała do uzyskania oceny dostatecznej.
- Rozwiązywanie zadań przy tablicy. Bardzo sprawdza się tutaj koncepcja, by w pierwszej kolejności pytać ochotników. Jest to mniej stresujące dla uczniów i ma większe walory dydaktyczne. Ochotnicy są bowiem na ogół lepiej przygotowani i mogą przedstawić rozwiązanie w sposób bardziej zrozumiały dla obserwującej ich klasy. Rozwiązywanie przy tablicy zadania przez ucznia nieprzygotowanego jest dla reszty klasy na ogół stratą czasu.
- Referat, zwłaszcza z zastosowaniem multimedialnych środków wyrazu. Jest to wielkie pole do popisu dla uczniów lubiących samodzielnie wyszukiwać informacje i je przetwarzać, a następnie prezentować. Może też być szansą zdobycia dobrej oceny dla uczniów mniej zdolnych, mających trudności z przyswojeniem sobie np. wzorów lub rozwiązywaniem zadań. Doświadczenie, rozliczane w formie sprawozdania. Jest to głównie ukłon w stronę kinestetyków, preferujących czuciowo-ruchowe metody ekspresji oraz osób mających szczególnie

uzdolnienia manualne. Autor niniejszego opracowania posiada wieloletnie, pozytywne doświadczenie w stosowaniu tej metody. Nawet uczniowie słabi, z wyraźnymi deficytami na innych polach, z łatwością odnajdywali się jako eksperymetatorzy i tworzyli bardzo ciekawe opracowania przeprowadzonych doświadczeń. Niestety działy takie, jak fizyka jądrowa lub kosmologia nie dają szans na przeprowadzanie eksperymentów. W podręczniku zostały zaproponowane dwa doświadczenia dotyczące grawitacji do przeprowadzenia w domu i opisanie. Najlepiej zadać po jednym w każdym półroczu.

- Aktywność, która może przybierać różne formy. Należy doceniać każdą formę aktywności, aby w ten sposób umacniać poczucie własnej wartości. Dotyczy to zwłaszcza uczniów z różnymi zaburzeniami i niedostosowaniami w zakresie komunikacji z otoczeniem. Uczniowie tacy często mają trudności, by się przełamać i wziąć udział w dyskusji, zaproponować inne rozwiązanie jakiegoś problemu, zwrócić uwagę na popełniony błąd itp. Każda próba przełamania tych trudności powinna zostać przez nauczyciela nagrodzona.

Oceny nie są sobie równe i oceny końcowej nie wyliczam jako średniej arytmetycznej. Każdej ocenie częściowej przypisuję odpowiednią wagę. Uwzględniła ona wymagany do opanowania zakres materiału, jego różnorodność oraz niezbędny do uzyskania oceny nakład pracy.

W odniesieniu do fizyki stosuję następujące zasady, jak oceniać ucznia w wybranych kategoriach:

| Ocena          | Odpowiedź ustna   | Zadanie rachunkowe   | Referat  |
|----------------|---|--|--|
| niedostateczna | Uczeń nie spełnia wymagań przedstawionych poniżej.  |  | Uczeń podjął się przygotowania referatu i tego nie wykonał.  |
| dopuszczająca  | Uczeń zna treść większości podstawowych definicji i praw fizyki podyktowanych do zeszytu lub wyróżnionych w treści podręcznika, potrafi napisać wzór i wie, co znaczą użyte w nim litery. | Uczeń potrafi wypisać dane, przeliczyć jednostki, zna podstawowe wzory, rozumie podstawy wiedzy nauczyciela i samodzielnie podstawia do wzoru końcowego oraz oblicza wartość liczbową. | Uczeń przygotował bardzo słaby referat, niewyczerpujący tematu i przeczytał go bez zrozumienia.        |
| dostateczna    | Uczeń potrafi kojarzyć i uzasadniać proste fakty, zjawiska i prawa fizyki.  | Uczeń umie samodzielnie rozwiązać łatwe zadanie, wymagające niewielkiej liczby przekształceń.  | Uczeń przygotował i przeczytał poprawny referat, z trudem odpowiada na pytania dodatkowe.              |
| dobra          | Uczeń umie przy niewielkiej pomocy nauczyciela odtworzyć tok rozumowania większości wątków poruszanych na lekcjach.   | Uczeń potrafi przy niewielkiej pomocy nauczyciela lub z drobnymi usterkami rozwiązać stosunkowo trudne za-   | Uczeń przygotował ciekawy referat i przeczytał go z kartki. Potrafi odpowiedzieć na pytania dodatkowe. |

|              |  |  |  |
|--------------|--|--|--|
|              |  | danie.   |  |
| bardzo dobra | Uczeń swobodnie operuje całą wymaganą wiedzą i samodzielnie lub z niewielką pomocą wysuwa trafne wnioski.  | Uczeń samodzielnie i bezbłędnie rozwiązuje stosunkowo trudne zadania.  | Uczeń przygotował bardzo ciekawy i wyczerpujący referat i przedstawił go własnymi słowami albo przyniósł (przygotował) dodatkowe pomoce, plansze, makiety itp.                         |
| celująca     | Uczeń posiada wiedzę wyraźnie wykraczającą poza wymagania, wysuwa błyskotliwe wnioski, również o charakterze interdyscyplinarnym, świetnie radzi sobie z pytaniami przekrojowymi i „podchwytliwymi”. | Uczeń samodzielnie rozwiązuje zadania szczególnie trudne, swobodnie uzasadnia wszystkie kroki rozumowania, znajduje w zadaniach „drugie dno” lub wymyśla niestandardowe metody rozwiązania problemu. | Uczeń przygotował niezwykle ciekawy referat i przedstawił go w sposób multimedialny lub z użyciem dodatkowych, przygotowanych przez siebie materiałów dydaktycznych oraz bez czytania. |

W wypadku uczniów z dysfunkcjami, powyższe wymagania oczywiście odpowiednio zmodyfikuj, stosownie do treści opinii lub orzeczenia.