



*Grzegorz F. Wojewoda*

# Program nauczania fizyki w szkole ponadgimnazjalnej – zakres podstawowy

## → Spis treści

---

1. Wstęp .....	2
2. Ogólne cele kształcenia i wychowania .....	3
3. Treści edukacyjne .....	4
4. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania.....	7
5. Opis założonych osiągnięć ucznia.....	9
6. Przykładowy rozkład godzin.....	12
7. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia .....	13



# PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI W SZKOLE PONADGIMNAZJALNEJ – ZAKRES PODSTAWOWY

## → 1. Wstęp

Fizyka w szkole ponadgimnazjalnej jest kontynuacją nauczania fizyki w gimnazjum. Oznacza to, że stale rozwijamy intuicyjne rozumienie zjawisk, bez ścisłego definiowania wielkości fizycznych. Dla znacznej części nauczycieli uczących w szkołach ponadgimnazjalnych może oznaczać to zmianę wieloletnich przyzwyczajeń. Według ramowego planu nauczania zdecydowana większość nauczycieli szkół ponadgimnazjalnych będzie spotykać się ze swoimi uczniami na zajęciach fizyki tylko raz w tygodniu. Nauczyciel w szkole ponadgimnazjalnej powinien założyć, że uczniowie, kończąc gimnazjum, opanowali treści przewidziane przez podstawę programową. Ale z drugiej strony do jednej klasy trafią będą uczniowie z różnych szkół oraz różnych klas gimnazjalnych. Może się okazać, że będą istnieć ogromne różnice w stopniu opanowania umiejętności przewidzianych w podstawie programowej. W takim przypadku nie jest rolą nauczyciela fizyki w szkole ponadgimnazjalnej za wszelką cenę uzupełnić braki w opanowaniu treści, lecz należy starać się przekazywać uczniom pewną specyfikę **podstawowej nauki przyrodniczej jaką jest fizyka**. Jest również podstawą techniki. Ucząc się fizyki, uczniowie powinni nauczyć się poznawać przez nią świat.

Jednym z celów ogólnych nauczania fizyki w szkole jest przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników. W przypadku treści zawartych w podstawie programowej dla szkół ponadgimnazjalnych w zakresie podstawowym trudno jest prowadzić doświadczenia szkolne. Ale istnieje możliwość przywołania licznych i ciekawych przykładów zastosowania omawianych zjawisk w otaczającej uczniów rzeczywistości. Można omawiane zagadnienia ilustrować realnymi przykładami w postaci filmu, animacji czy grafiki.

W podstawie programowej przedmiotu informatyka zapisano, że celami ogólnymi kształcenia są:

- Bezpieczne posługiwanie się komputerem i jego oprogramowaniem, wykorzystanie sieci komputerowej; komunikowanie się za pomocą komputera i technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- Wyszukiwanie, gromadzenie i przetwarzanie informacji z różnych źródeł; opracowywanie za pomocą komputera: rysunków, tekstów, danych liczbowych, motywów, animacji, prezentacji multimedialnych.
- Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.
- Ocena zagrożeń i ograniczeń, docenianie społecznych aspektów rozwoju i zastosowań informatyki.

Znaczną część tak zapisanych celów ogólnych można zrealizować, wykorzystując przykłady zastosowań technologii informacyjno-komunikacyjnych w fizyce i astronomii. Wymaga to ścisłej współpracy między nauczycielami fizyki i informatyki.



Podczas nauki informatyki w zakresie podstawowym w szkole ponadgimnazjalnej uczniowie powinni nauczyć się między innymi posługiwać się komputerem oraz programami i grami edukacyjnymi do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin. Fizyka jest jedną z dziedzin, do poznania których komputer jest przydatny. Można wykorzystać naturalne zainteresowanie młodzieży technologią informatyczną do lepszego poznania fizyki i astronomii.

Korzystając z naszego programu nauczania, można realizować treści zawarte w podręcznikach, które zostały dopuszczone przez Ministerstwo Edukacji Narodowej do użytku szkolnego. Czasami należy tylko zmienić nieco kolejność realizowanych tematów.

## 2. Ogólne cele kształcenia i wychowania

Podstawowym celem edukacji szkolnej jest wszechstronny rozwój młodego pokolenia, które w przyszłości będzie odpowiedzialne za rozwój naszego kraju. Należy dbać o to, żeby w Polsce rozwijały się nowoczesne technologie. Trudno jednak wyobrazić sobie ten proces bez fizyki oraz informatyki. Pamiętając o tym, należy w taki sposób prowadzić zajęcia w zakresie podstawowym, aby jak największa liczba uczniów podjęła trud uczenia się fizyki oraz informatyki w zakresie rozszerzonym.

Ogólne cele kształcenia w zakresie podstawowym są powieleniem ogólnych celów kształcenia podczas nauki w gimnazjum:

- Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
- Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Treści szczegółowe są dokończeniem treści z gimnazjum, tak aby po ukończeniu IV etapu edukacyjnego w zakresie podstawowym uczeń zapoznał się z najważniejszymi działami programowymi fizyki.

Oprócz tego, że nauczyciel fizyki jest dla swoich uczniów przewodnikiem po ciekawym świecie fizyki i astronomii – jest również wychowawcą. Bez względu na treści przekazywane uczniom, zajęcia fizyki powinny być okazją do opanowania przez uczniów kluczowych umiejętności oraz wzmacniania pozytywnych relacji ucznia z otoczeniem.

Należy dążyć do tego, aby podczas zajęć z tego przedmiotu uczniowie:

- dostrzegali związki fizyki z pozostałymi naukami przyrodniczymi oraz techniką,
- rozwijali swoje zainteresowanie naukami przyrodniczymi, a w szczególności fizyką,
- rozwijali umiejętności korzystania z technologii informacyjnych,
- kształtowali postawę badawczą podczas poznawania praw fizyki,
- dostrzegali znaczenie odkryć w dziedzinie fizyki na rozwój cywilizacji,
- rozwijali przekonanie o istnieniu obiektywnych zasad i praw opisujących przebieg zjawisk w otaczającej nas przyrodzie i technice,
- mieli świadomość ograniczeń współczesnej nauki,
- rozwijali umiejętność krytycznej analizy treści naukowych zawartych w różnych źródłach,
- angażowali się w zdobywanie wiedzy oraz doskonalenie własnych sposobów uczenia się,



- nauczyli się pracować w zespołach,
- rozwijali poczucie odpowiedzialności za siebie oraz innych podczas wykonywania doświadczeń fizycznych,
- wyrabiali nawyk poszanowania własności intelektualnej.

### → 3. Treści edukacyjne

Treści podstawy programowej zostały podzielone na 2 moduły:

1. Grawitacja i elementy astronomii.
2. Fizyka atomowa i jądrowa.

Poniższe tabele zawierają podział treści nauczania na moduły. W skład modułów wchodzi hasła programowe z podstawy programowej. Czas przeznaczony na realizację danego hasła programowego zależy od predyspozycji uczniów oraz decyzji nauczyciela. Należy jednak przy tym pamiętać, że na pełną realizację treści podstawy programowej przeznaczono 30 godzin lekcyjnych. Przykładowy układ godzin lekcyjnych można znaleźć w punkcie 6 tego programu nauczania.

Przed każdą lekcją nauczyciel powinien zadać sobie pytanie, jaki będzie cel danej lekcji, co chciałby osiągnąć przez kolejne 45 minut zajęć lekcyjnych, czego nauczą się jego uczniowie. W tabeli zapisano cele lekcji oraz zestawy pytań, które wpłyną na zwiększenie zainteresowania uczniów danym tematem.

GRAWITACJA I ELEMENTY ASTRONOMII				
	Hasło programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Kinematyka ruchu jednostajnego po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami okresu i częstotliwości w ruchu po okręgu</li> <li>• zaznacza wektory prędkości, przyspieszenia oraz siły dośrodkowej na schemacie ilustrującym ruch obiektu po okręgu</li> <li>• wskazuje przykłady sił powodujących ruch ciał po okręgu</li> <li>• zapisuje wyrażenie na wartość siły dośrodkowej</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co się zmienia w ruchu jednostajnym po okręgu?</li> <li>• Czym się różni siła dośrodkowa od odśrodkowej?</li> <li>• Dlaczego Księżyc krąży wokół Ziemi?</li> <li>• Jak udowodnić tezę, że Ziemia to wielka karuzela?</li> </ul>	1.1) 1.2)
2.	Proste obserwacje astronomiczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• prowadzi obserwacje faz Księżyca</li> <li>• obserwuje charakterystyczne obiekty na nocnym niebie</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy</li> <li>• stosuje jednostki wykorzystywane do wyznaczania odległości w skali astronomicznej</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dlaczego tydzień ma 7 dni?</li> <li>• Dlaczego Wigilia (24 grudnia) nie jest co roku w tym samym dniu tygodnia?</li> <li>• Czy można zaobserwować ruch planet na tle gwiazd?</li> </ul>	1.7) 1.8) 1.9)
3.	Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje budowę i skład Układu Słonecznego</li> <li>• określa miejsce Układu Słonecznego w galaktyce</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ile gwiazd jest w naszej galaktyce?</li> <li>• Dlaczego Ziemia jest takim wyjątkowym miejscem w kosmosie?</li> <li>• Czy możliwe jest życie na Marsie lub w innym miejscu Układu Słonecznego?</li> </ul>	1.10) 1.11)



GRAWITACJA I ELEMENTY ASTRONOMII				
	Hasło programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
4.	Prawo powszechnego ciążenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń: zapisuje treść III prawa Keplera</li> <li>• wyznacza okres obiegu danej planety wokół Słońca, gdy znana jest odległość planety od Słońca</li> <li>• podaje treść prawa powszechnego ciążenia</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skąd Kopernik wiedział, że ma rację?</li> <li>• Co ma wspólnego ruch satelitów wokół Ziemi z ruchem planet wokół Słońca?</li> <li>• Co to znaczy, że prawo grawitacji jest „powszechne”?</li> </ul>	1.3), 1.5) 1.6)
5.	Ruch ciał w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń: charakteryzuje swobodny spadek ciał przy powierzchni Ziemi</li> <li>• opisuje na czym polega stan nieważkości</li> <li>• wykonuje doświadczenie ilustrujące stan nieważkości osiągnięty przy powierzchni Ziemi</li> <li>• opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co spadnie szybciej jajko czy kura?</li> <li>• Czy w windzie można „wazyć” mniej?</li> <li>• Czy w próżni kosmicznej „znika” grawitacja?</li> <li>• Dlaczego anteny do odbioru telewizji satelitarnej zwrócone są w stronę równika?</li> </ul>	1.4) 1.5) 1.6)
6.	Budowa i ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń: opisuje podstawowe założenia teorii Wielkiego Wybuchu</li> <li>• charakteryzuje podstawowe fakty obserwacyjne potwierdzające teorię Wielkiego Wybuchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Czy może powstać „Coś” z „Niczego”?</li> <li>• Czy Wielki Wybuch ma coś wspólnego z wybuchami bomb?</li> <li>• Czy galaktyki mogą oddalać się od siebie z prędkością światła?</li> <li>• Skąd wiadomo, że Wszechświat się rozszerza?</li> <li>• Czy Wszechświat może się nie rozszerzać?</li> <li>• Dlaczego nocne niebo jest ciemne?</li> </ul>	1.11) 1.12)

FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA				
	Hasło programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń: wyjaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne</li> <li>• przedstawia podstawowe założenia kwantowego modelu światła</li> <li>• posługuje się pojęciami: praca wyjścia, energia wybitego elektronu, energia padającego fotonu</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Czy można naelektryzować elektroskop światłem?</li> <li>• Co to jest foton?</li> <li>• Jak działa fotokomórka?</li> <li>• Jak działają panele słoneczne?</li> </ul>	2.6) 2.4)
2.	Widma atomowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń: odróżnia widma liniowe od ciągłych</li> <li>• podaje ogólną charakterystykę widm atomowych</li> <li>• wyjaśnia do czego może służyć analiza widmowa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jak wykryć istnienie gazów szlachetnych?</li> <li>• Dlaczego najpierw stwierdzono istnienie helu na Słońcu, a dopiero potem na Ziemi?</li> <li>• Czy można zbadać skład chemiczny powietrza bez odczynników chemicznych?</li> <li>• Skąd wiadomo, z czego zbudowane jest Słońce?</li> </ul>	2.1) 2.2)



FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA				
	Hasło programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
3.	Model budowy atomu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje budowę atomu wodoru</li> <li>• posługuje się pojęciami: poziom podstawowy, poziomy wzbudzone</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega emisja promieniowania przez atomy</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skąd się biorą linie emisyjne wodoru?</li> <li>• Dlaczego atomy tego samego pierwiastka emitują i pochłaniają promieniowanie na tych samych długościach fal?</li> <li>• Co się dzieje z elektronem podczas emisji promieniowania przez atom?</li> </ul>	2.3) 2.5)
4.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje budowę jądra atomowego</li> <li>• wyznacza energię wiązania jądra atomowego na podstawie informacji o składzie jądra</li> <li>• wyjaśnia pojęcie deficytu masy</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ile razy atom jest większy od swojego jądra?</li> <li>• Skąd wiemy, że atom ma jądro?</li> <li>• Czy istnieje w przyrodzie prawo zachowania masy?</li> <li>• Czy atomy tego samego pierwiastka są zawsze identyczne?</li> </ul>	3.1) 3.2)
5.	Rozpady promieniotwórcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje rozpady izotopów promieniotwórczych</li> <li>• charakteryzuje podstawowe własności promieniowania <math>\alpha</math>, <math>\beta</math> i <math>\gamma</math></li> <li>• opisuje sposoby detekcji promieniowania jonizującego</li> <li>• podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości</li> <li>• wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeżeli połowa jąder atomowych danego izotopu rozpadnie się w czasie, to po jakim czasie rozpadnie się reszta?</li> <li>• Co to znaczy, że pierwiastki są promieniotwórcze?</li> <li>• Czy każde promieniowanie jonizujące jest szkodliwe dla człowieka?</li> <li>• W jaki sposób mierzy się promieniowanie atomów?</li> </ul>	3.4) 3.6) 3.7)
6.	Reakcje jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uczeń:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje reakcje jądrowe</li> <li>• wyjaśnia fizyczne podstawy działania reaktorów jądrowych</li> <li>• opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skąd się bierze energia w gwiazdach?</li> <li>• Jak działa elektrownia jądrowa?</li> <li>• Czy są elektrownie mniej wpływające na środowisko niż jądrowe?</li> <li>• Czy jest możliwe zbudowanie elektrowni, która będzie wytwarzała tlen, hel oraz energię elektryczną?</li> </ul>	3.5) 3.8) 3.9) 3.10) 3.11)



## 4. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Realizując program, można korzystać z dostępnych podręczników do nauczania fizyki:

- A. *Po prostu fizyka*, L. Lehman, W. Polesiuk, WSiP  
 B. *Świat fizyki*, red. M. Fiałkowska, ZamKor  
 C. *Odkryć fizykę*, M. Braun, W. Śliwa, Nowa Era  
 D. *Fizyka*, J. Gondek, Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe

GRAWITACJA I ELEMENTY ASTRONOMII				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
1.	Ruch jednostajny po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład wprowadzający</li> <li>Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>Praca z komputerem</li> <li>Doświadczenia ilustrujące siłę dośrodkową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filmy wideo ilustrujące ruch ciał po okręgu</li> <li>Animacja ukazująca wektory prędkości liniowej, przyspieszenia dośrodkowego oraz siły dośrodkowej</li> </ul>	<p>A. temat 21, str. 138-143                      B. temat 1.4, str. 28-43                      C. temat 1.5, 1.6, str. 50-62                      D. temat 7, str. 61-69</p>
2.	Proste obserwacje astronomiczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proste obserwacje astronomiczne</li> <li>Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>Praca z komputerem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Program komputerowy typu planetarium</li> <li>Programy komputerowe do analizy fotografii nieba</li> <li>Animacja typu flash ilustrująca zjawisko paralaksy</li> <li>Grafika przedstawiająca fazy Księżyca</li> </ul>	<p>A. temat 18, str. 116-121                      B. temat 2.1, 2.2, str. 70-86                      C. temat 1.1., str. 20-29                      D. tematy 2, 3, str. 16-32, tematy 13,14 str. 102-119</p>
3.	Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład ilustrowany prezentacją multimedialną</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>Praca z komputerem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plansza przedstawiająca schemat Układu Słonecznego</li> <li>Plansza prezentująca schemat naszej galaktyki</li> <li>Strony internetowe zawierające fotografie obiektów Układu Słonecznego</li> </ul>	<p>A. temat 20, str. 128-139                      B. temat 2.3, str. 87-97                      C. temat 1.2, str. 30-41                      D. temat 11, str. 94</p>
4.	Prawo powszechnego ciężenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład wprowadzający</li> <li>Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grafika przedstawiająca prawa Keplera</li> <li>Grafika ilustrująca prawo powszechnego ciężenia</li> </ul>	<p>A. temat 22, str. 144-149                      B. temat 1.2, str. 13-18                      C. temat 1.7, str. 63-68                      D. temat 6, str. 81</p>
5.	Ruch ciał w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład wprowadzający</li> <li>Praca z komputerem</li> <li>Doświadczenia ilustrujące swobodny spadek ciał</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Film z doświadczeniem ilustrującym stan nieważkości</li> <li>Symulacja komputerowa przedstawiająca ruch planet wokół Słońca</li> <li>Symulacja komputerowa prezentująca ruch orbitalny oraz lądowanie na powierzchni planety</li> <li>Animacja typu flash ilustrująca ruch satelitów wokół Ziemi</li> <li>Strony internetowe zawierające informacje na temat ruchu satelitów wokół Ziemi</li> </ul>	<p>A. temat 50, str. 160-167                      B. temat 1.3, str. 19-27, temat 1.6, str. 58-63                      C. temat 1.9, str. 73-76, temat 1.11, str. 82-87                      D. temat 10, str. 81</p>
6.	Budowa i ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład wprowadzający</li> <li>Wypowiedzi własne uczniów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykład multimedialny na temat budowy i ewolucji Wszechświata</li> <li>Strony internetowe zawierające fotografie obiektów wchodzących w skład Wszechświata</li> </ul>	<p>A. temat 26, 27, str. 166-179                      B. temat 5.1 – 5.4, str. 230-244                      C. temat 3.22, str. 187-192                      D. temat 29, str. 273</p>



Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Badanie aktywności Słońca na przykład poprzez wyznaczanie liczby Wolfa (źródłem danych mogą być samodzielne obserwacje (UWAGA bezpośrednie kierowanie teleskopu na Słońce może grozić trwałym uszkodzeniem wzroku) lub korzystanie z danych zebranych przez profesjonalne obserwatoria (szczególnie wartym polecenia jest projekt GLORIA) ),
- Samodzielne obserwacje obiektów kosmicznych za pomocą własnego teleskopu lub za pomocą teleskopów zdalnych,
- Samodzielne tworzenie symulacji ruchu obiektów w polu grawitacyjnym.

FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
1.	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład wprowadzający</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>• Praca z komputerem</li> <li>• Doświadczenia ilustrujące zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Program komputerowy symulujący zjawisko fotoelektryczne</li> </ul>	A. temat 6, str. 41-47 B. temat 3.1, str. 102-112 C. temat 2.12, str. 102-109 D. temat 18, str. 146
2.	Widma atomowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład wprowadzający</li> <li>• Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>• Doświadczalne badanie widm atomowych</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>• Praca z komputerem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film z doświadczeniem ilustrującym widma emisyjne niektórych atomów</li> <li>• Grafiki ilustrujące widma atomowe</li> <li>• Schemat analizy widmowej</li> </ul>	A. temat 1, 2, 3, str. 8-28 B. temat 3.2, str. 113-125 C. temat 2.13 str. 110-116 D. temat 15,16, str. 121-139
3.	Model budowy atomu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład wprowadzający</li> <li>• Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>• Praca z komputerem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animacja przedstawiająca model budowy atomu wodoru</li> <li>• Animacja przedstawiająca absorpcję oraz emisję promieniowania</li> </ul>	A. temat. 5, str. 35-40 B. temat 3.3, str. 126-143 C. temat 2.14, 2.15 str. 117-125 D. temat 20, str. 162
4.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład wprowadzający</li> <li>• Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafika ilustrująca model kropłowy jądra atomowego</li> </ul>	A. temat 7, str. 54-57 B. temat 4.3, str. 168-174 C. temat 3.16, str. 146-149 D. temat 22, str. 194
5.	Rozpady promieniotwórcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>• Doświadczenia z miernikami promieniotwórczości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animacja ilustrująca podstawowe własności promieniowania <math>\alpha</math>, <math>\beta</math> i <math>\gamma</math></li> <li>• Schemat ilustrujący metody datowania za pomocą izotopów promieniotwórczych</li> <li>• Wykład multimedialny na temat wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe oraz materię</li> </ul>	A. temat 9, 10, 11, 12, str. 64-85 B. temat 4.1, 4.2 str. 150-167, temat 4.4 str. 175-189 C. temat 3.19, str. 161-165 D. temat 21, str. 183 temat 23, 24, str. 209-231
6.	Reakcje jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykład wprowadzający</li> <li>• Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnym</li> <li>• Wypowiedzi własne uczniów</li> <li>• Praca z komputerem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symulacja reakcji jądrowych</li> <li>• Animacja ilustrująca reakcję łańcuchową</li> <li>• Schemat budowy elektrowni jądrowej</li> </ul>	A. temat 13-17, , str. 86-109 B. temat 4.5 – 4.7, str. 190-223 C. temat 3.20, 3.21, str. 168-179 D. temat 25, 26, 27, str. 233-263

- Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności. Samodzielne wykonanie spektroskopu, a następnie użycie go do obserwacji i rejestracji widm,
- Samodzielne wykonanie symulacji zjawiska fotoelektrycznego,
- Zorganizowanie (na terenie szkoły) debaty na temat energetyki jądrowej,
- Samodzielne wykonanie symulacji reakcji łańcuchowej.





## 5. Opis założonych osiągnięć ucznia

Opisane poniżej szczegółowe wymagania mają oczywiście przełożenie na stopnie szkolne. Można przyjąć, że uczeń który opanował około 50% wymagań podstawowych zasługuje na ocenę dopuszczającą. Ocenę dostateczną otrzyma uczeń, który przyswoił niemal w całości wymagania podstawowe. Uczeń, który w pełni opanował wymagania podstawowe oraz około 50% wymagań ponadpodstawowych uzyska ocenę dobrą, natomiast uczeń, który w pełni przyswoił wymagania z poziomów podstawowego oraz ponadpodstawowego otrzyma ocenę bardzo dobrą.

Wymagania uzupełniające wskazują na umiejętności łączące fizykę oraz informatykę, pozwalające lepiej opanować materiał z obu przedmiotów.

GRAWITACJA I ELEMENTY ASTRONOMII				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczni:	Wymagania ponadpodstawowe Uczni:	Wymagania uzupełniające Uczni:
1.	Ruchu jednostajny po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje związek między częstotliwością a okresem w ruchu po okręgu</li> <li>oblicza wartość prędkości liniowej w ruchu po okręgu na podstawie znajomości promienia okręgu oraz okresu (częstotliwości)</li> <li>wskazuje przykłady sił powodujących ruch ciał po okręgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zaznacza wektory prędkości, przyspieszenia oraz siły dośrodkowej na schemacie ilustrującym ruch obiektu po okręgu</li> <li>zapisuje wyrażenie na wartość siły dośrodkowej</li> <li>oblicza wartość siły dośrodkowej na podstawie informacji o masie ciała oraz parametrach ruchu po okręgu</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystuje narzędzia multimedialne do tworzenia schematów wektorów wielkości opisujących ruch po okręgu</li> <li>tworzy za pomocą arkusza kalkulacyjnego wykresy zależności wartości siły dośrodkowej od wartości prędkości liniowej w ruchu po okręgu</li> </ul>
2.	Proste obserwacje astronomiczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia dlaczego z powierzchni Ziemi widać zawsze tę samą stronę Księżyca</li> <li>opisuje położenie na nocnym niebie charakterystycznych obiektów</li> <li>posługuje się jednostkami odległości: rok świetlny, jednostka astronomiczna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>szacuje odległości kątowe między wybranymi obiektami nocnego nieba</li> <li>wyjaśnia, na czym polegają zjawiska zaćmień Słońca i Księżyca</li> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy</li> <li>wyjaśnia, dlaczego planety przesuwają się na tle gwiazd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sprawnie posługuje się programami komputerowymi typu planetarium</li> <li>przetwarza uzyskane z różnych źródeł obrazy nieba</li> </ul>
3.	Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia planety Układu Słonecznego (podając właściwą kolejność od Słońca)</li> <li>podaje główne cechy budowy planet Układu Słonecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje właściwości planet Układu Słonecznego</li> <li>opisuje metody szacowania wieku Układu Słonecznego</li> <li>charakteryzuje metody wyznaczania odległości w Układzie Słonecznym</li> <li>charakteryzuje naszą galaktykę, wskazuje położenie Słońca w Drodze Mlecznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje informacje na temat badań Układu Słonecznego w dostępnych źródłach informacji</li> </ul>
4.	Prawo powszechnego ciążenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje treść III prawa Keplera</li> <li>podaje treść prawa powszechnego ciążenia</li> <li>wyjaśnia słowo „powszechne” w prawie grawitacji</li> <li>rysuje wektory sił grawitacji działających na dwie kule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje związek III prawa Keplera z prawem powszechnego ciążenia</li> <li>wyjaśnia dlaczego nie obserwuje się skutków wzajemnego działania sił grawitacji dwóch ciał znajdujących się na Ziemi</li> <li>charakteryzuje siłę grawitacji jako dośrodkową powodującą ruch satelitów wokół Ziemi oraz planet wokół Słońca</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tworzy za pomocą arkusza kalkulacyjnego wykresy zależności wartości siły grawitacji działającej na pojazd kosmiczny w zależności od odległości od planety</li> </ul>



GRAWITACJA I ELEMENTY ASTRONOMII				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
5.	Ruch ciał w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi</li> <li>odróżnia lot swobodny w przestrzeni kosmicznej od lotu z napędem</li> <li>charakteryzuje swobodny spadek ciał jako ruch jednostajnie przyspieszony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonuje proste doświadczenia potwierdzające stan nieważkości w swobodnie spadających układach ciał</li> <li>charakteryzuje satelity stacjonarne</li> <li>opisuje związek odległości satelity od Ziemi z okresem jego obiegu wokół Ziemi</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje symulacje i gry ilustrujące lądowanie obiektów na Księżycu i innych ciałach kosmicznych</li> <li>wyszukuje informacje na temat lotów kosmicznych w dostępnych źródłach informacji</li> <li>obserwuje tory satelitów korzystając z dostępnych stron Internetowych</li> </ul>
6.	Budowa i ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata</li> <li>opisuje, na czym polega oddalanie się galaktyk</li> <li>podaje przybliżony wiek Wszechświata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje obserwacyjne podstawy kosmologii</li> <li>wyjaśnia, dlaczego najbliższe nam galaktyki nie oddalają się od Drogi Mlecznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje informacje na temat ewolucji Wszechświata w dostępnych źródłach informacji</li> <li>przedstawia opracowaną przez siebie galerię fotografii obiektów kosmicznych</li> </ul>

FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie fotonu</li> <li>zapisuje wzór na zależność energii fotonu od częstotliwości promieniowania</li> <li>opisuje mechanizm zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>stosuje zasadę zachowania energii do wyjaśniania zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>podaje przykłady zastosowania zjawiska fotoelektrycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje doświadczenie ilustrujące zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne</li> <li>wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów</li> <li>wyjaśnia na czym polegają problemy z interpretacją zjawiska fotoelektrycznego na podstawie falowej teorii światła</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje wyniki symulacji komputerowych zjawiska fotoelektrycznego</li> </ul>
2.	Widma atomowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>obserwuje widma za pomocą spektroskopu</li> <li>opisuje jakościowe różnice między widmem ciągłym a liniowym</li> <li>odróżnia widma emisyjne od absorpcyjnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega analiza widmowa</li> <li>charakteryzuje widmo emisyjne i absorpcyjne atomu wodoru</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z dostępnych źródeł informacji wyszukuje obrazy widm atomowych</li> <li>rysuje schemat układu do analizy widmowej</li> </ul>
3.	Model budowy atomu	<ul style="list-style-type: none"> <li>jakościowo opisuje budowę atomu</li> <li>charakteryzuje poziomy energetyczne w atomie</li> <li>korzysta z zasadę zachowania energii do opisu emisji i absorpcji promieniowania przez atomy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje postulaty Bohra budowy atomu wodoru</li> <li>podaje wartości energii elektronu na danej orbicie w atomie wodoru</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje animacje komputerowe przedstawiające budowę atomu wodoru</li> </ul>



FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
4.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron</li> <li>• podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej</li> <li>• posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje schemat doświadczenia Rutherforda</li> <li>• oblicza wartość energii spoczynkowej jąder atomowych</li> <li>• oblicza wartości energii wiązania jąder atomowych</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykreśla zależność energii wiązania przypadającej na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze</li> </ul>
5.	Rozpady promieniotwórcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia właściwości promieniowania jądrowego <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math></li> <li>• opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu</li> <li>• posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</li> <li>• wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na organizmy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu</li> <li>• wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>• opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego</li> <li>• podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w diagnostyce oraz leczeniu</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje animacje komputerowe przedstawiające rozpady promieniotwórcze</li> <li>• wyszukuje informacje na temat poziomu promieniotwórczości w różnych miejscach kuli ziemskiej</li> <li>• za pomocą arkusza kalkulacyjnego wykreśla zależność aktywności promieniotwórczej źródła od czasu</li> </ul>
6.	Reakcje jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów</li> <li>• podaje przykłady zastosowania energii jądrowej</li> <li>• opisuje działanie elektrowni atomowej</li> <li>• wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej</li> <li>• opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje reakcję rozszczepienia uranu <math>^{235}\text{U}</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu</li> <li>• podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>• opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w bombie wodorowej</li> <li>• opisuje trudności z kontrolą przebiegu fuzji termojądrowej w reaktorach termojądrowych</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje schemat działania elektrowni jądrowej</li> <li>• zbiera doniesienia medialne na temat elektrowni jądrowych</li> <li>• „obsługuje” elektrownię jądrową za pomocą dostępnej symulacji</li> </ul>



## → 6. Przykładowy rozkład godzin

Twórcy ramowych rozkładów godzin nauczania w szkole ponadgimnazjalnej przewidzieli 30 godzin na nauczanie fizyki w zakresie podstawowym. Nie jest to zbyt duża liczba, co powoduje ciągłe problemy z czasem przeznaczonym na głęboką analizę treści zapisanych w podstawie programowej. Planując rozkład godzin, należy mieć tego świadomość. Proponowane rozłożenie godzin lekcyjnych nie obejmuje lekcji powtórzeniowych oraz testów podsumowujących działy programowe.

### **Moduł pierwszy – Grawitacja i elementy astronomii**

1. Kinematyka ruchu po okręgu.
2. Siły w ruchu jednostajnym po okręgu.
3. Co widać na nocnym niebie.
4. Od starożytności do Kopernika i Keplera.
5. Prawa Keplera.
6. Prawo powszechnego ciążenia.
7. Swobodny spadek ciał.
8. Satelity.
9. Stan nieważkości.

Pozostałe tematy tego modułu proponuję omówić po skończeniu drugiego modułu.

10. Układ Słoneczny i jego miejsce w Galaktyce.
11. Obserwacyjne podstawy kosmologii.
12. Model Wielkiego Wybuchu.

### **Moduł drugi – Fizyka atomowa i jądrowa**

1. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.
2. Kwantowy model światła.
3. Widma atomowe.
4. Model Bohra budowy atomu wodoru.
5. Doświadczenie Rutherforda. Budowa jądra atomowego.
6. Energia wiązania jądra atomowego.
7. Promieniowanie  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ .
8. Prawo rozpadu promieniotwórczego.
9. Wpływ promieniowania na materię.
10. Reakcje jądrowe.
12. Energetyka jądrowa.

Pozostaje 6 godzin (30 minus 24) na przeprowadzenie lekcji powtórzeniowych, sprawdzających wiadomości oraz poświęconych klasyfikacji. Nie przypisano ich do poszczególnych modułów, ponieważ ich wykorzystanie zależy od sposobu reagowania młodzieży na podawane treści oraz od tego, czy zajęcia fizyki realizować będziemy raz w tygodniu przez cały rok, czy też dwa razy w tygodniu przez pół roku.



## 7. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia

Zwieńczeniem pracy ucznia oraz nauczyciela jest ocena osiągnięć uczniów. Ocena szkolna powinna spełniać dwie ważne role. Po pierwsze powinna motywować ucznia do pracy. A po drugie – informować o uczynionych postępach oraz być dla ucznia wskazówką dotyczącą ewentualnych braków.

Starajmy się, aby ocena końcoworoczna nie była średnią z uzyskanych przez ucznia ocen cząstkowych. Wysiłek włożony w uzyskanie poszczególnych ocen może być przecież różny. Dobór sposobów oraz metod oceniania powinien sprawić, że uczniowie będą motywowani do rozwijania własnych talentów.

Do sprawdzenia wyników nauczania mogą służyć:

- testy podsumowujące dział programowy  
*proponuje się przeprowadzić dwa takie sprawdziany wiedzy w każdym semestrze*
- praca ucznia na zajęciach, w tym słowne wypowiedzi na dowolny lub wybrany temat oraz krótkie formy pisemne  
należy opracować obiektywne i czytelne kryteria oceny
- prace badawcze ucznia  
np.: zadania, projekt, opracowanie doświadczenia (lub obserwacji)

Przygotowując test podsumowujący dział programowy, pamiętajmy o tym czego nauczyliśmy naszych uczniów. Warto stworzyć plan testu. Ułatwi to przygotowanie zadań sprawdzających wiedzę i umiejętności naszych podopiecznych. Jest to szczególnie ważne, gdy musimy przygotować więcej niż jeden zestaw takich testów. Poniżej zaprezentowano przykładowy plan testu sprawdzającego wiadomości i umiejętności ucznia z danego działu programowego.

### Dział: Fizyka jądrowa

Nr	Sprawdzana wiedza, umiejętność	Przykładowe zadanie
<b>Poziom podstawowy</b>		
1	Uczeń posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron.	Dokończ zdanie: Atomy tego samego pierwiastka różniące się ilością neutronów w jądrze nazywamy .....
2	Uczeń podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej.	Napisz, ile protonów znajduje się w jądrze ${}^9_4\text{Be}$ .
3	Uczeń posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania.	Wyjaśnij, dlaczego masa jądra helu jest mniejsza od sumy mas składników, z których jądro to jest zbudowane.
4	Uczeń wymienia właściwości promieniowania jądrowego $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ .	Podkreśl odpowiednie słowa zapisane kursywą, aby powstało prawdziwe zdanie. Promieniowanie $\gamma$ to <i>strumień cząstek naładowanych dodatnio/fala elektromagnetyczna/strumień cząstek naładowanych ujemnie</i> , ponieważ w <i>polu elektrycznym odchyła się w kierunku elektrody dodatniej/jonizuje powietrze/nie odchyła się w polu elektrycznym</i> .
5	Uczeń opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu.	W czasie 14 dni rozpadowi uległo 75% początkowej ilości jąder pewnego izotopu. Ile jąder ulegnie rozpadowi w czasie 21 dni? A) 100%, B) 90%, C) 81,5%, D) 50%
6	Uczeń wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na organizmy.	Równoważnik dawki promieniotwórczej pochłoniętej przez organizm żywy wyrażamy w: A) siwertach, B) bekerelach, C) kiurach, D) $\frac{\text{dzul}}{\text{kilogram}}$



Nr	Sprawdzana wiedza, umiejętność	Przykładowe zadanie
7	Uczeń opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów.	Na jądra azotu ${}^14_7N$ skierowano wiązkę neutronów. Po wniknięciu neutronów do jąder azotu powstaje nowe jądro, które rozpada się na węgiel ${}^{14}_6C$ oraz jest emitowana pewna cząstka. Zapisz opisaną reakcję jądrową oraz wyznacz jaką cząstka została wyemitowana podczas tej reakcji.
8	Uczeń opisuje działanie elektrowni atomowej.	Podkreśl odpowiednie słowa zapisane kursywą, aby powstało prawdziwe zdanie. Pręty kadmowe w reaktorach jądrowych pełnią rolę <i>moderatora/osłony/paliwa</i> , ponieważ <i>dostarczają energię/spowalniają neutrony/pochłaniają neutrony</i> .
<b>Poziom ponadpodstawowy</b>		
9	Uczeń wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ${}^{14}C$ .	Aktywność promieniotwórcza pewnego kawałka drewna wynosi 60% aktywności promieniotwórczej świeżo ściętego drzewa. Oblicz wiek tego kawałka drewna. Czas połowicznego rozpadu węgla ${}^{14}C$ wynosi 5730 lat.
10	Uczeń oblicza wartości energii wiązania jąder atomowych.	Masa jądra deuteru wynosi 2,013553u. Oblicz energię wiązania jądra deuteru.
11	Uczeń opisuje trudności z kontrolą przebiegu fuzji termojądrowej w reaktorach termojądrowych.	Opisz fizyczne podstawy działania reaktora typu tokamak oraz wyjaśnij, dlaczego do zaistnienia reakcji termojądrowych konieczna jest wysoka temperatura plazmy.