

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

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

1. Grawitacja

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	O odkryciach Kopernika, Keplera i o geniuszu Newtona. Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> opowiedzieć o odkryciach Kopernika, Keplera i Newtona, opisać ruchy planet, podać treść prawa powszechnej grawitacji, narysować siły oddziaływania grawitacyjnego dwóch kul jednorodnych, objaśnić wielkości występujące we wzorze $F = \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić główne założenia teorii heliocentrycznej Kopernika, zapisać i zinterpretować wzór przedstawiający wartość siły grawitacji, obliczyć wartość siły grawitacyjnego przyciągania dwóch jednorodnych kul, wyjaśnić, dlaczego dostrzegamy skutki przyciągania przez Ziemię otaczających nas przedmiotów, a nie obserwujemy skutków ich wzajemnego 	<ul style="list-style-type: none"> podać treść I i II prawa Keplera, uzasadnić, dlaczego hipoteza Newtona o jedności Wszechświata umożliwiła wyjaśnienie przyczyn ruchu planet, rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując prawo grawitacji. 	<ul style="list-style-type: none"> na podstawie samodzielnie zgromadzonych materiałów przygotować prezentację wykazać, że Kopernika można uważać za człowieka renesansu.

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
2	Spadanie ciał jako skutek oddziaływań grawitacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać siłę grawitacji jako przyczynę swobodnego spadania ciał na powierzchnię Ziemi, • posługiwać się terminem „spadanie swobodne”, • obliczyć przybliżoną wartość siły grawitacji działającej na ciało w pobliżu Ziemi, • wymienić wielkości, od których zależy przyspieszenie grawitacyjne w pobliżu planety lub jej księżyca. 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić wynikający z eksperymentów Galileusza wniosek dotyczący spadania ciał, • wykazać, że spadanie swobodne z niewielkich wysokości to ruch jednostajnie przyspieszony z przyspieszeniem grawitacyjnym, • wykazać, że wartość przyspieszenia spadającego swobodnie ciała nie zależy od jego masy, • obliczyć wartość przyspieszenia grawitacyjnego 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić poglądy Arystotelesa na ruch i spadanie ciał, • wyjaśnić, dlaczego czasy spadania swobodnego (z takiej samej wysokości) ciał o różnych masach są jednakowe, • obliczyć wartość przyspieszenia grawitacyjnego w pobliżu dowolnej planety lub jej księżyca. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaplanować i wykonać doświadczenie (np. ze śrubami przyczepionymi do nici) wykazujące, że spadanie swobodne odbywa się ze stałym przyspieszeniem.

3, 4	O ruchu po okręgu i jego przyczynie	<ul style="list-style-type: none"> • opisać ruch jednostajny po okręgu, • posługiwać się pojęciem okresu i pojęciem częstotliwości, • wskazać siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu po okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać zależność wartości siły dośrodkowej od masy i szybkości ciała poruszającego się po okręgu oraz od promienia okręgu, • podać przykłady 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczać wartość siły dośrodkowej, • obliczać wartość przyspieszenia dośrodkowego, • rozwiązywać zadania obliczeniowe, w których rolę siły dośrodkowej odgrywają siły o różnej 	<ul style="list-style-type: none"> • omówić i wykonać doświadczenie (np. opisane w zadaniu 4 na str. 43) sprawdzające zależność $F_r(m, v, r)$.
------	-------------------------------------	--	---	--	---

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
5, 6	Siła grawitacji jako siła dośrodkowa. III prawo Keplera. Ruchy satelitów	<ul style="list-style-type: none"> wskazać siłę grawitacji, którą oddziałują Słońce i planety oraz planety i ich księżyce jako siłę dośrodkową, posługiwać się pojęciem satelity geostacjonarnego 	<ul style="list-style-type: none"> podać treść III prawa Keplera, opisywać ruch sztucznych satelitów, posługiwać się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej, uzasadnić użyteczność satelitów geostacjonarnych. 	<ul style="list-style-type: none"> stosować III prawo Keplera do opisu ruchu planet Układu Słonecznego, wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej i objaśnić jej sens fizyczny, obliczyć wartość pierwszej prędkości 	<ul style="list-style-type: none"> stosować III prawo Keplera do opisu ruchu układu satelitów krążących wokół tego samego ciała, wyprowadzić III prawo Keplera, obliczyć szybkość satelity na orbicie o zadanym promieniu, obliczyć promień orbity satelity
7	Co to znaczy, że ciało jest w stanie nieważkości?	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady ciał znajdujących się w stanie nieważkości. 	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady doświadczeń, w których można obserwować ciało w stanie nieważkości. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega stan nieważkości, wykazać, przeprowadzając odpowiednie rozumowanie, że przedmiot leżący na podłodze windy spadającej równomiernie jest w 	<ul style="list-style-type: none"> zaplanować, wykonać i wyjaśnić doświadczenie pokazujące, że w stanie nieważkości nie można zmierzyć wartości ciężaru ciała.

2. Astronomia

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Jak zmierzono odległości do Księżyca, planet i gwiazd?	<ul style="list-style-type: none"> wymienić jednostki odległości używane w astronomii, podać przybliżoną odległość Księżyca od Ziemi (przynajmniej rząd wielkości). 	<ul style="list-style-type: none"> opisać zasadę pomiaru odległości do Księżyca, planet i najbliższej gwiazdy, wyjaśnić, na czym polega zjawisko paralaksy, posługiwać się pojęciem kąta paralaksy geocentrycznej i heliocentrycznej, zdefiniować rok 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć odległość do Księżyca (lub najbliższych planet), znając kąt paralaksy geocentrycznej, obliczyć odległość do najbliższej gwiazdy, znając kąt paralaksy heliocentrycznej, dokonywać zamiany jednostek odległości 	<ul style="list-style-type: none"> wyrażać kąty w minutach i sekundach łuku.
2	Księżyc – nasz naturalny satelita	<ul style="list-style-type: none"> opisać warunki, jakie panują na powierzchni Księżyca. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić powstawanie faz Księżyca, podać przyczyny, dla których obserwujemy tylko jedną stronę Księżyca. 	<ul style="list-style-type: none"> podać warunki, jakie muszą być spełnione, by doszło do całkowitego zaćmienia Słońca, podać warunki, jakie muszą być spełnione, by doszło do 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego zaćmienia Słońca i Księżyca nie występują często, objaśnić zasadę, którą przyjęto przy obliczaniu daty
3	Świat planet	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, skąd pochodzi nazwa „planeta”, wymienić planety Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać ruch planet widzianych z Ziemi, wymienić obiekty wchodzące w skład Układu 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwają się na tle gwiazd, opisać planety Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> wyszukać informacje na temat rzymskich bogów, których imionami nazwano planety.

3. Fizyka atomowa

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1, 2	Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie fotonu, • zapisać wzór na energię fotonu, • podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska fotoelektrycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać i wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne, • opisać światło jako wiązkę fotonów, • wyjaśnić, od czego zależy liczba fotoelektronów, • wyjaśnić, od czego zależy maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów. 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić wzór Einsteina opisujący zjawisko fotoelektryczne, • obliczyć minimalną częstotliwość i maksymalną długość fali promieniowania wywołującego efekt fotoelektryczny dla metalu o danej pracy wyjścia, • opisać budowę, zasadę działania i zastosowania fotokomórki, • rozwiązywać zadania obliczeniowe, 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić wyniki doświadczeń świadczących o kwantowym charakterze oddziaływania światła z materią, • sporządzić i objaśnić wykres zależności maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości promieniowania wywołującego efekt fotoelektryczny dla fotokatod wykonanych z
3, 4	O promieniowaniu ciał, widmach ciągłych i widmach liniowych	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, • rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, • opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków, • wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać szczegółowo widmo atomu wodoru, • objaśnić wzór Balmera, • opisać metodę analizy widmowej, • podać przykłady zastosowania analizy widmowej. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć długości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru, • objaśnić uogólniony wzór Balmera.

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
5, 6	Model Bohra budowy atomu	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić model Bohra budowy atomu i podstawowe założenia tego modelu. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit w atomie wodoru są skwantowane, • wyjaśnić, co to znaczy, że energia elektronu w atomie wodoru jest skwantowana, • wyjaśnić, co to znaczy, że atom wodoru jest w stanie podstawowym lub wzbudzonym. 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć promienie kolejnych orbit w atomie wodoru, • obliczyć energię elektronu na dowolnej orbicie atomu wodoru, • obliczyć różnice energii pomiędzy poziomami energetycznymi atomu wodoru, • wyjaśnić powstawanie liniowego widma emisyjnego i widma absorpcyjnego atomu 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć częstotliwość i długość fali promieniowania pochłanianego lub emitowanego przez atom, • wyjaśnić powstawanie serii widmowych atomu wodoru, • wykazać, że uogólniony wzór Balmera jest zgodny ze wzorem wynikającym z modelu Bohra, • wyjaśnić

4. Fizyka jądrowa

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Odkrycie promieniotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości	<ul style="list-style-type: none"> wymienić rodzaje promieniowania jądrowego występującego w przyrodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić podstawowe fakty dotyczące odkrycia promieniowania jądrowego, opisać wkład Marii Skłodowskiej-Curie w badania nad promieniotwórczością, omówić właściwości 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, do czego służy licznik G-M, przedstawić wnioski wynikające z doświadczenia <i>Wykrywanie promieniowania jonizującego za pomocą licznika G-M.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> odszukać informacje o promieniowaniu X, wskazać istotną różnicę między promieniowaniem X a promieniowaniem jądrowym, przygotować prezentację na temat: <i>Historia odkrycia i</i>
2	Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy żywe	<ul style="list-style-type: none"> wymienić podstawowe zasady ochrony przed promieniowaniem jonizującym, ocenić szkodliwość promieniowania jonizującego pochłanianego przez ciało człowieka w różnych 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie dawki pochłoniętej i podać jej jednostkę, wyjaśnić pojęcie dawki skutecznej i podać jej jednostkę, opisać wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego. 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć dawkę pochłoniętą, wyjaśnić pojęcie mocy dawki, wyjaśnić, do czego służą dozymetry. 	<ul style="list-style-type: none"> podejmować świadome działania na rzecz ochrony środowiska naturalnego przed nadmiernym promieniowaniem jonizującym (α, β, γ, X), odszukać i przedstawić

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
3	Doświadczenie Rutherforda. Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę jądra atomowego, posługiwać się pojęciami: jądro atomowe, proton, neutron, nukleon, pierwiastek, izotop. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać doświadczenie Rutherforda i omówić jego znaczenie, podać skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej. 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie, które pokaże, że wytłumaczenie wyniku doświadczenia Rutherforda jest możliwe tylko przy założeniu, że prawie cała masa atomu jest skupiona w jądrze o średnicy mniejszej 	<ul style="list-style-type: none"> wykonać i omówić symulację doświadczenia Rutherforda, odszukać informacje na temat modeli budowy jądra atomowego i omówić jeden z nich.
4	Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego	<ul style="list-style-type: none"> opisać rozpad alfa i beta, wyjaśnić pojęcie czasu połowicznego rozpadu. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać schematy rozpadów alfa i beta, opisać sposób powstawania promieniowania gamma, posługiwać się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego, posługiwać się pojęciem czasu połowicznego rozpadu, narysować wykres zależności od czasu liczby jąder, które uległy rozpadowi, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić zasadę datowania substancji na podstawie jej składu izotopowego i stosować tę zasadę w zadaniach, wykonać doświadczenie symulujące rozpad promieniotwórczy. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać prawo rozpadu promieniotwórczego w postaci $N = N_0 (1/2)^{t/T}$ podać sens fizyczny i jednostkę aktywności promieniotwórczej, rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując wzory: $N = N_0 (1/2)^{t/T}$ oraz $A = A_0 (1/2)^{t/T}$, wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny.

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
5	Energia wiązania. Reakcja rozszczepienia	<ul style="list-style-type: none"> opisać reakcję rozszczepienia uranu $^{235}_{92}\text{U}$. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, podać warunki zajścia reakcji łańcuchowej, posługiwać się pojęciami: energia spoczynkowa, deficyt masy, energia wiązania. 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć energię spoczynkową, deficyt masy, energię wiązania dla różnych pierwiastków, przeanalizować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon $\frac{E_w}{A}$ od liczby 	<ul style="list-style-type: none"> znając masy protonu, neutronu, elektronu i atomu o liczbie masowej A, obliczyć energię wiązania tego atomu, na podstawie wykresu zależności $\frac{E_w}{A}(A)$ wyjaśnić otrzymywanie wielkich energii w reakcjach
6	Bomba atomowa, energetyka jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady wykorzystania energii jądrowej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego, opisać działanie elektrowni jądrowej, wymienić korzyści i zagrożenia związane z wykorzystaniem energii jądrowej, opisać zasadę 	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę bomby atomowej, przygotować wypowiedź na temat: <i>Czy elektrownie jądrowe są niebezpieczne?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> odszukać informacje i przygotować prezentację na temat składowania odpadów radioaktywnych i związanych z tym zagrożeń.

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
7	Reakcje jądrowe, Słońce i bomba wodorowa	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład reakcji jądrowej, • nazwać reakcje zachodzące w Słońcu i w innych gwiazdach, • odpowiedzieć na pytanie: jakie reakcje są źródłem energii Słońca. 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić i objaśnić różne rodzaje reakcji jądrowych, • zastosować zasady zachowania liczby nukleonów, ładunku elektrycznego oraz energii w reakcjach jądrowych, • podać warunki niezbędne do zajścia 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać proces fuzji lekkich jąder na przykładzie cyklu pp, • opisać reakcje zachodzące w bombie wodorowej. 	<ul style="list-style-type: none"> • porównać energie uwalniane w reakcjach syntezy i reakcjach rozszczepienia.

5. Świat galaktyk

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Nasza Galaktyka. Inne galaktyki	<ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę naszej Galaktyki. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać położenie Układu Słonecznego w Galaktyce, • podać wiek Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, jak powstały Słońce i planety, • opisać sposób wyznaczenia wieku próbek księżycowych i 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przybliżoną liczbę galaktyk dostępnych naszym obserwacjom, • podać przybliżoną liczbę gwiazd w

Lp.	Temat lekcji	Dopuszczający Uczeń potrafi:	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
2	Prawo Hubble'a	<ul style="list-style-type: none"> na przykładzie modelu balonika wytłumaczyć obserwowany fakt rozszerzania się Wszechświata, podać wiek Wszechświata. 	<ul style="list-style-type: none"> podać treść prawa Hubble'a, zapisać je wzorem $v_r = H \cdot r$ i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”. 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć wiek Wszechświata, objaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a wnioskujemy, że galaktyki oddalają się od siebie. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując prawo Hubble'a.
3	Teoria Wielkiego Wybuchu	<ul style="list-style-type: none"> określić początek znanego nam Wszechświata terminem 	<ul style="list-style-type: none"> opisać Wielki Wybuch. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to jest promieniowanie reliktowe. 	<ul style="list-style-type: none"> podać argumenty przemawiające za słusnością teorii Wielkiego