

6 Plan wynikowy (propozycja)

Plan wynikowy (propozycja), obejmujący treści nauczania zawarte w podręczniku „Spotkania z fizyką, część 4” (a także w programie nauczania), jest dostępny na stronie internetowej www.nowaera.pl

I Astronomia i grawitacja

Zagadnienie (tematy lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	ponadpodstawowe
Z bliska i z daleka	<p>porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie (galaktyki, gwiazdy, planety, ciała makroskopowe, organizmy, cząsteczki, atomy, jądra atomowe)</p> <p>podaje definicję roku świetlnego</p> <p>posługuje się pojęciem roku świetlnego</p> <p>opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce</p> <p>wykorzystuje pojęcia prędkości i roku świetlnego do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych: różnic wielkości dane i szukane; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczonych wielkości fizycznych; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)</p> <p>rozwiązuje zadania związane z przedstawianiem obiektów bardzo dużych i bardzo małych w odpowiedniej skali</p>	X	X	X	X
Amatorskie obserwacje astronomiczne	<p>posługuje się informacjami dotyczącymi budowy Galaktyki pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczanych w internecie)</p> <p>^Rplanuje proste obserwacje astronomiczne, wybiera właściwe narzędzia lub przyrządy</p> <p>^Rodnajduje na niebie kilka gwiazdozbiorów i Gwiazdę Polarną</p> <p>^Ropisuje przebieg i wynik przeprowadzonej obserwacji, wyjaśnia rolę użytych narzędzi lub przyrządów</p> <p>^Rwskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku obserwacji</p> <p>^Rwyjaśnia ruch gwiazd na niebie za pomocą ruchu obrotowego Ziemi</p> <p>^Rodnajduje na niebie gwiazdy gwiazdozbiory i planety, posługując się mapą nieba (obrotową lub komputerową)</p> <p>wyjaśnia założenia teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika</p> <p>opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce i miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym</p> <p>wymienia nazwy i podstawowe własności planet Układu Słonecznego i porządkuje je według odległości od Słońca</p> <p>wskazuje różnice między planetami typu Ziemi (Merkury, Wenus, Ziemia i Mars) a planetami olbrzymimi (Jowisz, Saturn, Uran i Neptun)</p> <p>opisuje i porównuje budowę planet Układu Słonecznego</p> <p>wymienia i charakteryzuje inne obiekty Układu Słonecznego (księżycy planet, planety karłowate, planetyoidy, komety)</p>	X	X	X	X
Układ Słoneczny		X	X	X	X

Zagadnienie (tematy lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Księżyc – towarzysz Ziemi	wyjaśnia obserwowany na niebie ruch planet wśród gwiazd jako złożenie ruchów obiegowych: Ziemi i obserwowanej planety				X
	rozwiązuje proste zadania związane z budową Układu Słonecznego		X		
	posiuguje się informacjami dotyczącymi budowy Układu Słonecznego, a także poszukiwań życia poza Ziemią, pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczanych w internecie)			X	
	wyjaśnia, dlaczego zawsze widzimy tę samą stronę Księżycyca	X			
	opisuje warunki panujące na Księżycu		X		
	wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżycyca		X		
	wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących faz i zaćmień Księżycyca		X		
	wyjaśnia, w której fazie Księżycyca można obserwować zaćmienie Słońca, a w której Księżycyca, i dlaczego nie następują one w każdej pełni i w każdym nowiu			X	
	wyjaśnia, dlaczego mieszkańiec Ziemi częściej obserwuje zaćmienia Księżycyca niż zaćmienia Słońca			X	
	posiuguje się informacjami dotyczącymi zaćmień Księżycyca i Słońca pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)				X
Gwiazdy i galaktyki	opisuje gwiazdy jako naturalne źródła światła	X			
	opisuje Słońce jako jedną z gwiazd, a Galaktykę (Drogę Mleczną) jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie	X			
	wyjaśnia, na czym polega zjawisko paralaksy		X		
	opisuje zasadę pomiaru odległości dzielącej Ziemię od Księżycyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej		X		
	przedstawia graficznie zasadę wyznaczania odległości za pomocą paralaks geo- i heliocentrycznej		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem zasady paralaksy: szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; rozróżnia wielkości dane i szukane; zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	oblicza odległość do gwiazdy (w parsekach) na podstawie jej kąta paralaksy			X	
	posiuguje się jednostkami: parsek, rok świetlny, jednostka astronomiczna			X	
	wyjaśnia, dlaczego Galaktyka widziana jest z Ziemi w postaci smugi na nocnym niebie				X
	posiuguje się informacjami dotyczącymi klasyfikacji gwiazd i galaktyk pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)				X

Zagadnienie (tematy lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Ruch krzywoliniowy	przedstawia graficznie wektor prędkości w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym		X		
	wykonuje doświadczenia wykazujące, że prędkość w ruchu krzywoliniowym skierowana jest stycznie do toru			X	
	opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny	X			
	opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami okresu i częstotliwości		X		
	podaje przykłady ruchu krzywoliniowego, szczególnie ruchu jednostajnego po okręgu	X			
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; rozróżnia wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. wskazuje i opisuje przykłady ruchu krzywoliniowego inne niż omawiane na lekcji			X	X
	opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem siły dośrodkowej; zaznacza na rysunku kierunek i zwrot siły dośrodkowej	X			
	wskazuje w otoczeniu przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej	X			
Siła dośrodkowa	planuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej			X	
	wykonuje doświadczenie związane z badaniem cech siły dośrodkowej		X		
	opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny	X			
	opisuje zależność między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem, wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z siłą dośrodkową; rozróżnia wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając ze wzoru na siłę dośrodkową			X	
	posługuje się informacjami dotyczącymi innych niż rozpatrywane na lekcji przykładów sił spełniających rolę siły dośrodkowej, pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)			X	X

Zagadnienie (tematy lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Grawitacja	wskazuje w otoczeniu przykłady oddziaływań grawitacyjnych	X			
	opisuje oddziaływania grawitacyjne, posługując się pojęciem siły grawitacji	X			
	wyjaśnia, dlaczego w praktyce nie obserwujemy oddziaływań grawitacyjnych między ciałami innymi niż ciała niebieskie		X		
	wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi		X		
	posługuje się proporcjonalnością prostą	X			
	interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul		X		
	opisuje doświadczenie Cavendisha				X
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z siłą grawitacji; rozróżnia wielkości dane i szukane; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)			X	
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając ze wzoru na siłę grawitacji				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularyzatorskich), m.in. wskazuje przykłady sił grawitacji inne niż rozpatrywane na lekcji			X	
Siła grawitacji jako siła dośrodkowa	wyjaśnia wpływ siły grawitacji na tor ruchu ciał niebieskich	X			
	opisuje działanie siły grawitacji jako siły dośrodkowej przez analogię z siłami mechanicznymi		X		
	wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi		X		
	wyjaśnia wpływ siły grawitacji na ruch ciał w układzie podwójnym				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularyzatorskich), m.in. podaje przykłady ruchu pod wpływem siły grawitacji oraz odkrycia Izaaka Newtona			X	
	podaje ogólne informacje na temat lotów kosmicznych, wskazując przykłady wykorzystania sztucznych satelitów i lotów kosmicznych	X			
	opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo)		X		
	podaje przykłady zastosowania sztucznych satelitów	X			
	posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z pierwszą prędkością kosmiczną; rozróżnia wielkości dane i szukane; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)			X	
Loty kosmiczne	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając ze wzoru na pierwszą prędkość kosmiczną, m.in. oblicza prędkość satelity krążącego na danej wysokości				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularyzatorskich), m.in. na temat historii lotów kosmicznych i wykorzystania sztucznych satelitów.			X	

Zagadnienie (tematy lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Trzecie prawo Koplera	posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnego	X			
	opisuje ruch satelity geostacjonarnego		X		
	przedstawia graficznie eliptyczną orbitę planety z uwzględnieniem położenia Słońca	X			
	podaje i interpretuje treść III prawa Koplera		X		
	wskazuje przykłady wykorzystania satelitów geostacjonarnych i III prawa Koplera			X	
	wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje III prawo Koplera)		X		
	wyjaśnia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie stałego położenia satelity względem powierzchni Ziemi			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem satelity geostacjonarnego oraz wykorzystaniem III prawa Koplera: rozróżnia wielkości dane i szukane; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, korzystając z III prawa Koplera				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat wykorzystania satelitów geostacjonarnych (innych niż omawiane na lekcji) oraz prac i odkryć Jana Koplera	X		X	
Odczuwanie ciężaru i nieważkość	posługuje się pojęciem siły ciężkości, mierzy jej wartość za pomocą siłomierza, posługując się pojęciem niepewności pomiarowej	X			
	wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania		X		
	wskazuje przykłady występowania stanu nieważkości	X			
	wyjaśnia, w jakich warunkach występują przeciążenie i niedociążenie			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane ze stanem nieważkości: rozróżnia wielkości dane i szukane; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	Rozwiązuje zadania obliczeniowe związane z przeciążeniem i niedociążeniem w układzie odniesienia poruszającym się z przyspieszeniem skierowanym w górę lub w dół				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. związanymi z występowaniem stanu nieważkości w statku kosmicznym oraz przeciążeniem i niedociążeniem			X	

2 Fizyka atomowa (co najmniej 12 godzin lekcyjnych, w tym 1–2 godziny na powtórzenie materiału i sprawdzian – bez treści rozszerzonych) R – treści nadprogramowe

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Efekt fotoelektryczny	opisuje przebieg doświadczenia, podczas którego można zaobserwować efekt fotoelektryczny; wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny; formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących efektu fotoelektrycznego wyodrębnia efekt fotoelektryczny z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia opisuje efekt fotoelektryczny, wyjaśnia pojęcie fotonu wskazuje przykłady zastosowania efektu fotoelektrycznego posiuguje się pojęciem fotonu oraz zależnością między jego energią a częstotliwością odczytuje dane z tabeli, ocenia na podstawie podanej pracy wyjścia dla danego metalu oraz długości fali lub barwy padającego nań promieniowania, czy zajdzie efekt fotoelektryczny wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów wyjaśnia, dlaczego założenie o falowej naturze światła nie umożliwia wyjaśnienia efektu fotoelektrycznego wykorzystuje pojęcie fotonu i wzór na jego energię do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych; rozdziela wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących) rozwiązuje złożone zadania związane ze zjawiskiem fotoelektrycznym posiuguje się informacjami dotyczącymi urządzeń, w których wykorzystywane jest zjawisko fotoelektryczne, pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczonych w internecie)	X	X	X	X
Promieniowanie ciał	wyjaśnia, że wszystkie ciała emitują promieniowanie, wskazując przykłady opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, formułuje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących promieniowania ciał opisuje promieniowanie ciał opisuje związek pomiędzy promieniowaniem emitowanym przez dane ciało a jego temperaturą rozdziela widma ciągłe i liniowe rozrzedzonych gazów jednoatomowych, podaje przykłady ciał emitujących widma ciągłe i widma liniowe opisuje widmo wodoru odróżnia widma absorpcyjne od emisyjnych i opisuje różnice między nimi rozwiązuje proste zadania związane z promieniowaniem ciał posiuguje się informacjami dotyczącymi praktycznego wykorzystania analizy widmowej pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczonych w internecie)	X	X	X	X

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Atom wodoru	opisuje budowę atomu wodoru	X			
	wymienia postulaty Bohra	X			
	opisuje stan podstawowy i stany wzbudzone		X		
	stosuje zależność między promieniem n-tej orbity a promieniem pierwszej orbity w atomie wodoru		X		
	wymienia ograniczenia teorii Bohra			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące budowy atomu wodoru		X		
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące budowy atomu wodoru				X
	posiuguje się informacjami dotyczącymi poglądów na strukturę atomu wodoru oraz życia i pracy naukowej Nielsa Bohra pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)			X	
	wykorzystuje postulaty Bohra i zasadę zachowania energii do opisu powstawania widma wodoru	X			
	interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów		X		
Jak powstaje widmo wodoru	interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie wodoru z udziałem fotonu		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie wodoru z udziałem fotonu: szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczonych wielkości fizycznych; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; rozróżnia wielkości dane i szukane; zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących), np. oblicza energię i długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między określonymi orbitami			X	
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące widma atomu wodoru i przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu, np. oblicza końcową prędkość elektronu poruszającego się po danej orbicie po pochłonięciu fotonu o podanej energii				X
	posiuguje się informacjami dotyczącymi budowy i widm atomów wieloelektronowych pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)			X	
	^R formuluje wnioski oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących natury światła		X		
	^R opisuje falowe i kwantowe własności światła oraz fale materii		X		
	^R podaje argumenty na rzecz falowej i korpuskularnej natury światła oraz granice stosowalności obu teorii i teorię łączącą je w jedną			X	
	^R opisuje doświadczenia, w których można zaobserwować falową naturę materii				X
	^R rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z falami de Broglie'a: rozróżnia wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczonych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących), np. oblicza długość fali materii określonych ciał			X	
	^R rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z falami de Broglie'a				X
Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?	^R posiuguje się informacjami dotyczącymi badań nad naturą światła oraz zastosowań teorii kwantowej pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)				X
					X

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania				
		podstawowe		ponadpodstawowe	dopełniające	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające		
Jak działa laser	<p>Rwyjaśnia, czym światło lasera różni się od światła żarówki</p> <p>Rpodaje przykłady zastosowań laserów, a także zagrożenia światła laserowego dla wzroku</p> <p>Ropisuje w uproszczeniu zjawisko emisji wymuszonej</p> <p>Ropisuje zjawisko emisji wymuszonej</p> <p>Rrozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące promieniowania emitowanego przez laser: rozróżnia wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczonych wielkości fizycznych; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)</p> <p>Rposługuje się informacjami dotyczącymi przykładów zastosowania laserów innych niż rozpatrywane na lekcji, pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)</p>	X				
		X		X		
					X	
			X			
				X		

3 Fizyka jądrowa (co najmniej 12 godzin lekcyjnych, w tym 1–2 godziny na powtórzenie materiału i sprawdzian – bez treści rozszerzonych) R – treści nadprogramowe

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Jądro atomowe	wymienia cząstki, z których są zbudowane atomy postuluje się pojęcia: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej podaje przykłady izotopów odczytuje dane z tabeli wyjaśnia, dlaczego jądro atomowe się nie rozpada rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące składu jądra atomowego, rozróżnia wielkości dane i szukane wyjaśnia pojęcie antymaterii postuluje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczonych w internecie), np. dotyczącymi doświadczenia Rutherforda nad rozpraszaniem cząstek α na bardzo cienkiej folii ze złota i odkrycia jądra atomowego oraz doświadczeń wykonywanych w akceleratorach	X	X		
Promieniowanie jądrowe	opisuje zjawisko promieniotwórczości naturalnej, wskazując przykłady źródeł promieniowania jądrowego wymienia właściwości promieniowania jądrowego α , β , γ opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego formuluje wniosek oparte na obserwacjach empirycznych dotyczących zjawiska promieniotwórczości opisuje zasadę działania licznika Geigera-Müllera odczytuje dane z tabeli porównuje przenikliwość znanych rodzajów promieniowania oraz szkodliwość różnych źródeł promieniowania wyjaśnia, jak promieniowanie jądrowe wpływa na materię i organizmy, opisuje sposoby ochrony przed promieniowaniem podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości postuluje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczonych w internecie), np. dotyczącymi życia i osiągnięć Marii Skłodowskiej-Curie oraz zastosowania zjawiska promieniotwórczości i wykrywania promieniowania jądrowego odróżnia reakcje jądrowe od reakcji chemicznych postuluje się pojęciami jądra stabilnego i jądra niestabilnego opisuje rozpad alfa, beta (nie są wymagane wiadomości o neutronach) oraz sposób powstawania promieniowania gamma opisuje reakcje jądrowe, stosując zasady: zachowania liczby nukleonów, zachowania ładunku i zachowania energii	X	X	X	X

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje proste zadania związane z reakcjami jądrowymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, odczytuje dane z tabeli posługuje się informacjami dotyczącymi występowania i właściwości omawianych izotopów promieniotwórczych (np. izotopu radonu) pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych zamieszczonych w internecie)		X		
Czas połowicznego rozpadu	opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi, od czasu sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na ośiach), odczytuje dane z wykresu wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości (datowania substancji na podstawie składu izotopowego) rozwiązuje proste zadania związane z pojęciem czasu połowicznego rozpadu: rozróżnia wielkości dane i szukane, odczytuje dane z tabeli i zapisuje je w formie tabeli rozwiązuje zadania obliczeniowe metodą graficzną, korzystając z wykresu przedstawiającego zmniejszanie się liczby jąder izotopu promieniotwórczego w czasie posługuje się informacjami dotyczącymi metody datowania radiowego pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)	X	X	X	X
Energia jądrowa	podaje przykłady zastosowania energii jądrowej opisuje reakcję rozszczepienia uranu ^{235}U w wyniku pochłonięcia neutronu, podaje warunki reakcji łańcuchowej opisuje działanie elektrowni atomowej wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej opisuje reakcje termojądrowe w gwiazdach i w bombie wodorowej wyjaśnia, skąd pochodzi energia Słońca i innych gwiazd rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z energią jądrową: rozróżnia wielkości dane i szukane, odczytuje dane z tabeli przytacza i ocenia argumenty za energetyką jądrową i przeciw niej przedstawia trudności związane z kontrolowaniem fuzji termojądrowej posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczącymi korzyści i zagrożeń związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych (m.in. opartych na spalaniu węgla) i elektrowniach atomowych, a także historii rozwoju energetyki jądrowej oraz tragicznych skutków zrzucaenia pierwszych bomb atomowych na Japonię i awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu	X	X	X	X

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Deficyt masy	interpretuje zależność $E = mc^2$		X		
	posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania	X			
Życie Słońca	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z deficytem masy i energią wiązania – oblicza energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania dla dowolnego pierwiastka układu okresowego: różnicza wielkości dane i szukane; przelicza wielokrotności; szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczeniowych wielkości fizycznych; odczytuje dane z tabeli; zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 liczb znaczących)		X		
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, m.in. oblicza ilość energii wyzwolonej w podanych reakcjach jądrowych			X	
Życie gwiazd – kosmiczna menażeria	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat życia i pracy A. Einsteina, a także jednej z najważniejszych zależności występujących w przyrodzie – zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon od liczby masowej				X
	podaje wiek Słońca i przewidywany czas jego życia	X			
Wszechświat	opisuje powstanie Słońca i jego przyszłe losy		X		
	opisuje przemiany jądrowe, które będą zachodziły w Słońcu w przyszłych etapach jego życia				X
Życie gwiazd – kosmiczna menażeria	posługuje się informacjami na temat ewolucji Słońca pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)			X	
	wyjaśnia, że każda gwiazda zmienia się w czasie swojego życia	X			
Wszechświat	wymienia podstawowe właściwości czerwonych olbrzymów, białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur		X		
	opisuje ewolucję gwiazdy w zależności od jej masy			X	
Wszechświat	opisuje przemiany jądrowe zachodzące w gwiazdach w różnych etapach ich życia			X	X
	posługuje się informacjami na temat ewolucji gwiazd pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)				X
Wszechświat	opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego Wszechświata		X		
	podaje przybliżony wiek Wszechświata	X			
Wszechświat	opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk)			X	
	wyjaśnia, skąd pochodzi większość pierwiastków, z których zbudowane są materia wokół nas i nasze organizmy			X	
Wszechświat	opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego		X		
	wyjaśnia, że obiekty położone daleko oglądamy takimi, jakimi były w przeszłości		X		
Wszechświat	wyjaśnia, że proces rozszerzania Wszechświata przyspiesza i nie wiemy jeszcze, dlaczego się tak dzieje			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat historii badań Wszechświata (np. prace E. Hubble'a, A. Wolszczana) oraz ewolucji gwiazd; formułuje wnioski oparte na wynikach obserwacji i badań Wszechświata			X	