



W jaki sposób powstały galaktyki?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film \(standardowy\)](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



W jaki sposób powstały galaktyki?

Źródło: dostępny w internecie: https://images.nasa.gov/details-GSFC_20171208_Archive_e002154 [dostęp 10.05.2022 r.].

Czy to nie ciekawe ?

Miliony gwiazd połączone grawitacyjnie – tym właśnie są galaktyki. Znanych i zbadanych jest setki tysięcy różnorodnych galaktyk. Szacuje się, że w widzialnym Wszechświecie jest ich ponad 100 miliardów. Ziemia znajduje się w dysku gwiazdowym galaktyki spiralnej zwanej Drogą Mleczną. Edwin Hubble na początku XX wieku obserwował niebo i dzięki wnikliwej analizie obiektów rozciągniętych na niebie stworzył klasyfikację galaktyk. Diagram stworzony przez Hubble'a, prezentujący typy galaktyk, przypomina kształtem kamerton. Tuż po jego stworzeniu sądzono, że taki schemat ma również ewolucja galaktyk. Różnorodność galaktyk jest ogromna – od eliptycznych przypominających obłoki, poprzez soczewkowe, aż na spiralnych kończąc. Czy diagram Hubble'a poza morfologiczną klasyfikacją galaktyk ma coś wspólnego ze sposobem ich powstawania? Otóż nie! Wszechświat jest znacznie bardziej skomplikowany niż wtedy sądzono. Jak powstają i ewoluują galaktyki? – o tym dowiesz się w tym e-materiale.

Twoje cele

Pracując z tym e-materiałem:

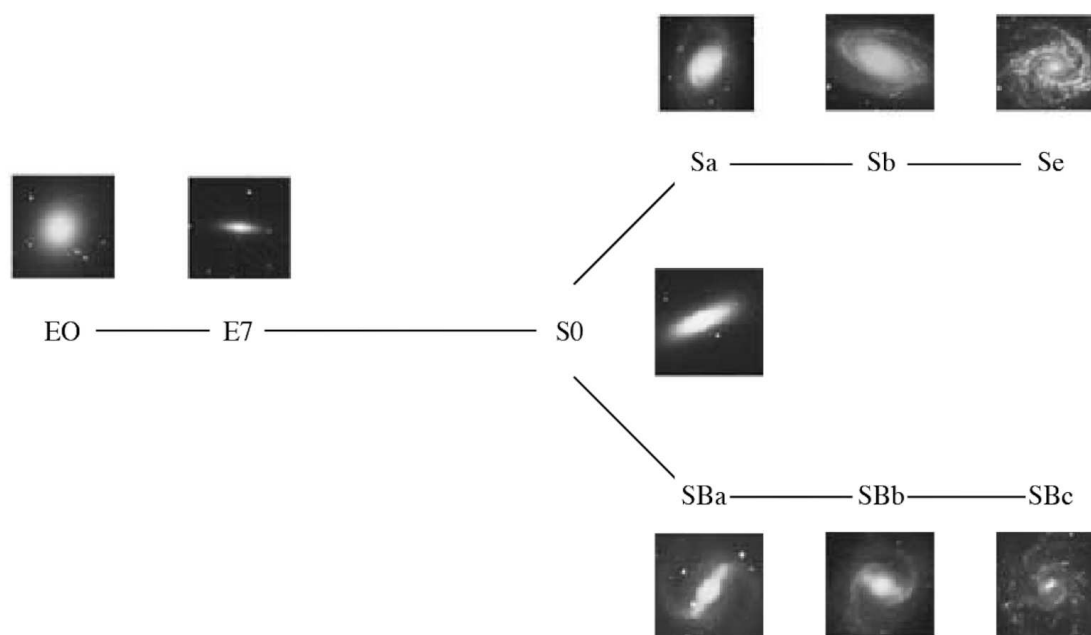
- poznasz hipotezy powstawania różnego typu galaktyk,
- zrozumiesz, dlaczego galaktyki eliptyczne nie ewoluują w spiralne,

- będziesz wyjaśniał różnice w pochodzeniu różnego typu galaktyk.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Od początku odkrycia i poznania galaktyk ich budowę wiązano ze sposobem ich powstawania. Na początku XX wieku powszechny stał się [podział morfologiczny](#) galaktyk stworzony według Hubble'a. Dzielił on na podstawie swoich obserwacji galaktyki na eliptyczne i spiralne z poprzeczką lub bez poprzeczki (Rys. 1.).



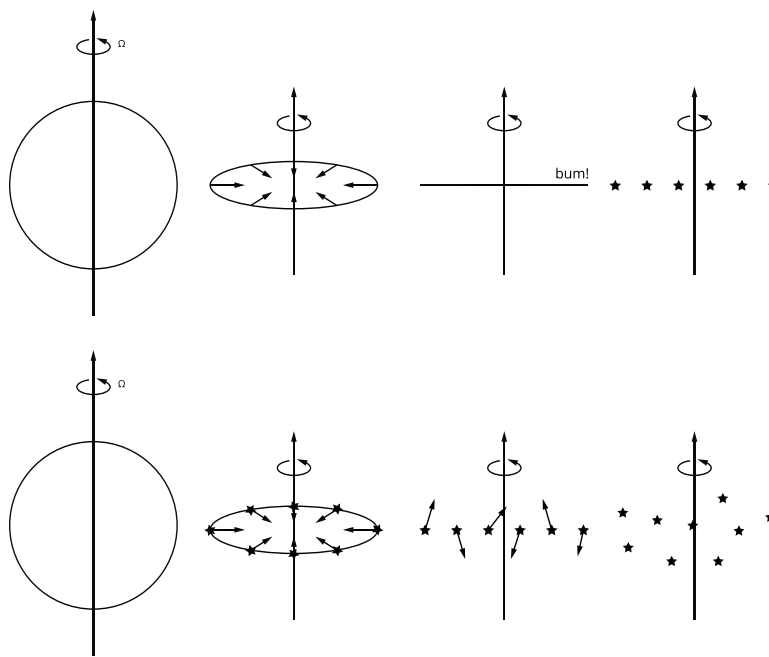
Rys. 1. Diagram Hubble'a przedstawiający morfologiczny podział galaktyk. W tej klasyfikacji typy oznaczone literą E odpowiadają galaktykom eliptycznym, S0 to galaktyki soczewkowate, SB - spiralne z poprzeczką (dolne ramię schematu) i S - spiralne (górne ramię schematu).

Z kolejnymi odkryciami rozszerzano ten diagram, między innymi wprowadzając galaktyki nieregularne oznaczane skrótem Irr. Do dnia dzisiejszego galaktyki eliptyczne nazywa się galaktykami późnego typu, natomiast galaktyki spiralne wczesnych typów morfologicznych. Wiąże się to z faktem, że w ramionach spiralnych galaktyk zachodzi bardzo silny proces gwiazdotwórczy i w tych regionach dominują gwiazdy młode. W galaktykach eliptycznych nie ma jasno określonego regionu gwiazdotwórczego, a galaktyki te składają się ze starszych gwiazd. Galaktyki spiralne są mniejsze niż galaktyki eliptyczne.

Z punktu widzenia współczesnych praw fizyki niemożliwe jest, aby z pojedynczej galaktyki spiralnej powstała galaktyka eliptyczna lub też odwrotnie. Dlatego też początkowe przypuszczenia, że kształt diagramu Hubble'a odpowiada ewolucji galaktyk zostały obalone. Zaczęto zastanawiać się, w jaki sposób w przestrzeni kosmicznej powstają tak różnorodne ogromne obiekty.

Hipoteza wielkiego obłoku

Zgodnie z hipotezą Larsona, o powstaniu galaktyk spiralnych lub eliptycznych decyduje tempo tworzenia się gwiazd w trakcie zapadania się obłoku protogalaktycznego (Rys. 2). Zgodnie z tym pomysłem galaktyki spiralne powstają, gdy rotujący zapadający się obłok protogalaktyczny pozostaje w większości w formie gazu. Gwiazdy powstają głównie w już wytworzonym dysku galaktycznym. Natomiast galaktyki eliptyczne tworzą się, gdy w już zapadającym się dysku tworzą się gwiazdy i proto dysk przestaje się zapadać tworząc kształt sferoidalny lub elipsoidalny, bez jasno zarysowanej płaszczyzny dysku.



Rys. 2. Schematycznie przedstawiona hipoteza powstawania galaktyk spiralnych (u góry) i eliptycznych (u dołu).

Hipoteza łączenia się obłoków

Druga hipoteza powstawania galaktyk mówi o tym, że niewielkie obłoki gazowe łączą się ze sobą. Podczas łączenia, skupiska gazu zaczynają krążyć wokół wspólnego środka masy. Następnie hipoteza ta jest podobna do hipotezy dużego obłoku. Jeżeli w małych skupiskach gazu były już wytworzone gwiazdy, to tworzyły się galaktyki eliptyczne, jeśli jednak skupiska składały się głównie z gazu, to łączyły się one ze sobą i wirując wokół środka ciężkości układu wytwarzały dysk.

Astronomowie nadal wnikliwie badają galaktyki. Jednak nadal nie znany jest dokładny proces ich powstawania. Obserwacje wskazują, że bardziej prawdopodobny jest schemat łączenia się mniejszych skupisk gazu. Wynika to z faktu, że obserwowanych jest więcej niewielkich galaktyk oraz grup i gromad galaktyk powiązanych grawitacyjnie.

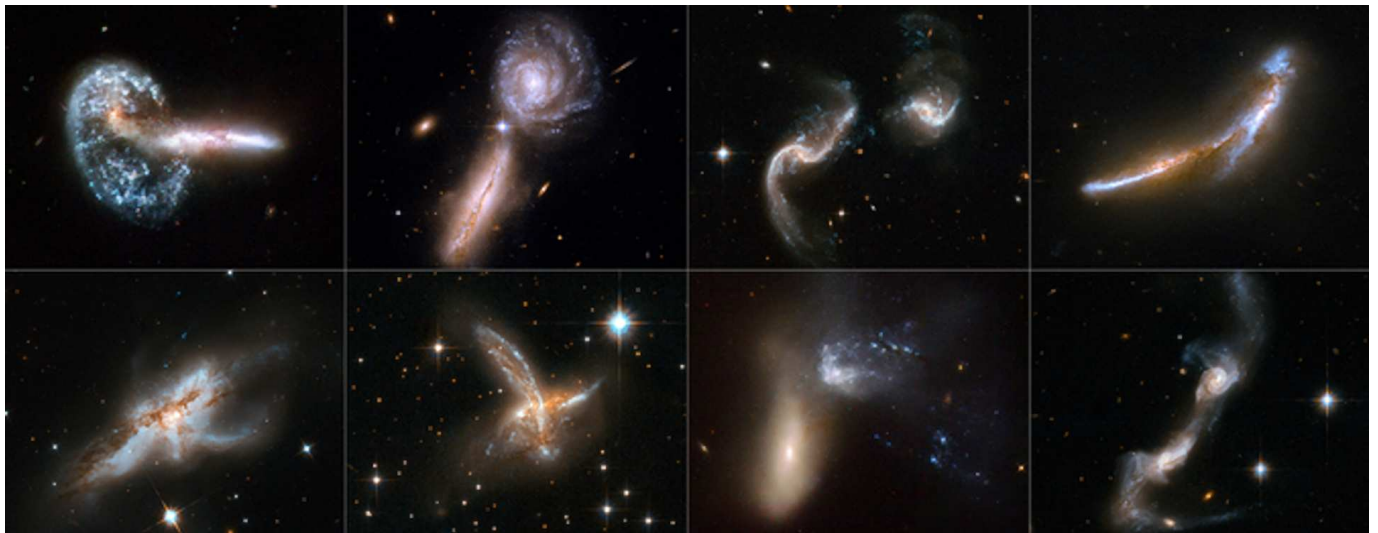
Współczesne obserwacje galaktyk i analiza ich rozkładu w przestrzeni sugerują, że:

1. Galaktyki eliptyczne powstają w gęstszych obszarach, gdzie zapadanie się obłoków jest zakłócanie obecnością już wytworzonych galaktyk oraz obecnością gwiazd. W procesie

powstawania tego typu galaktyk cały czas powstają zaburzenia uniemożliwiające powstanie dysku galaktycznego.

2. Galaktyki spiralne powstają w mniej gęstych regionach, w których zapadanie się obłoku i wytworzenie dysku nie jest zakłócone. W takim regionie kosmosu niezaburzony obłok spokojnie może wytworzyć dysk.
3. Galaktyki nieregularne (Irr) mogą powstawać z połączenia mniejszych protogalaktyk. Są obiektami o nieregularnej budowie morfologicznej. Wirują wokół własnych osi, podobnie do klasycznych spiral, ale nie można w nich wyróżnić ani jądra, ani charakterystycznych struktur spiralnych. Obserwujemy również galaktyki nieregularne w pełnym tego słowa znaczeniu. Stanowią one zaledwie parę procent wszystkich galaktyk. Są to obiekty o amorficznym wyglądzie, zazwyczaj niewielkich rozmiarów, ale o stosunkowo dużej jasności powierzchniowej. Są jednak bogate w wodór neutralny i zjonizowany oraz zawierają wiele młodych masywnych gwiazd.

Numeryczne symulacje potwierdzają, że z obłoku gazu może wytworzyć się galaktyka dyskowa w procesie podobnym do tworzenia się układów planetarnych. Symulowano numerycznie również łączenie się galaktyk (Rys. 3.). Proces taki trwa bardzo długo, więc nie jesteśmy w stanie zaobserwować go od początku do końca, jednak obserwuje się galaktyki spiralne w fazie łączenia. Różnice w obecnym wyglądzie między galaktykami eliptycznymi a spiralnymi odzwierciedlają różne drogi ewolucyjne tych obiektów. Prawdopodobnie wszystkie galaktyki uformowały się z ogromnych obłoków pierwotnego gazu wypełniającego cały Wszechświat, zakładając że we wczesnych chwilach istnienia Wszechświata gaz ten był rozmieszczony niemal równomiernie. W wyniku niestabilności grawitacyjnej fluktuacje stopniowo wzrastały, aż ostatecznie wyłoniły się protogalaktyki, wewnątrz których doszło do lawinowego tworzenia się gwiazd. W galaktykach eliptycznych gwiazdy powstały prawdopodobnie stosunkowo wcześniej i dosyć szybko. W galaktykach spiralnych bieg wydarzeń był nieco inny. Jedynie centralna część obłoku zamieniła się w układ gwiazd, aż powstało tam jądro galaktyki. Proces powstawania gwiazd w galaktykach spiralnych zachodził mało wydajnie i nie doszło do wyczerpania gazu. Wskutek wirowania obłoku, nie mógł się on silnie skurczyć w obszarze jądra, dlatego materia skupiła się w jednej płaszczyźnie, tworząc dysk. Znaczne, w porównaniu z eliptycznymi, spłaszczenie galaktyk spiralnych wskazuje na to, że różnice w ilości momentu pędu na jednostkę masy odegrały być może decydującą rolę w wyborze drogi ewolucyjnej galaktyki i zdecydowały o jej typie morfologicznym. Nie ma jednak pewności ani żadnej reguły, co wpływa na to, że w dyskach galaktycznych niemal zawsze powstają ramiona spiralne.



Rys. 3. Zdjęcia z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a (HST) przedstawiające łączące się galaktyki.

Słowniczek

podział morfologiczny

podział galaktyk przez Edwina Hubble'a. Podzielił on galaktyki na trzy typy jedynie ze względu na ich widoczny kształt. Stworzył typ eliptyczny oznaczany literą E, typ spiralny bez poprzeczki oznaczany literą S oraz typ spiralny z poprzeczką oznaczany SB.

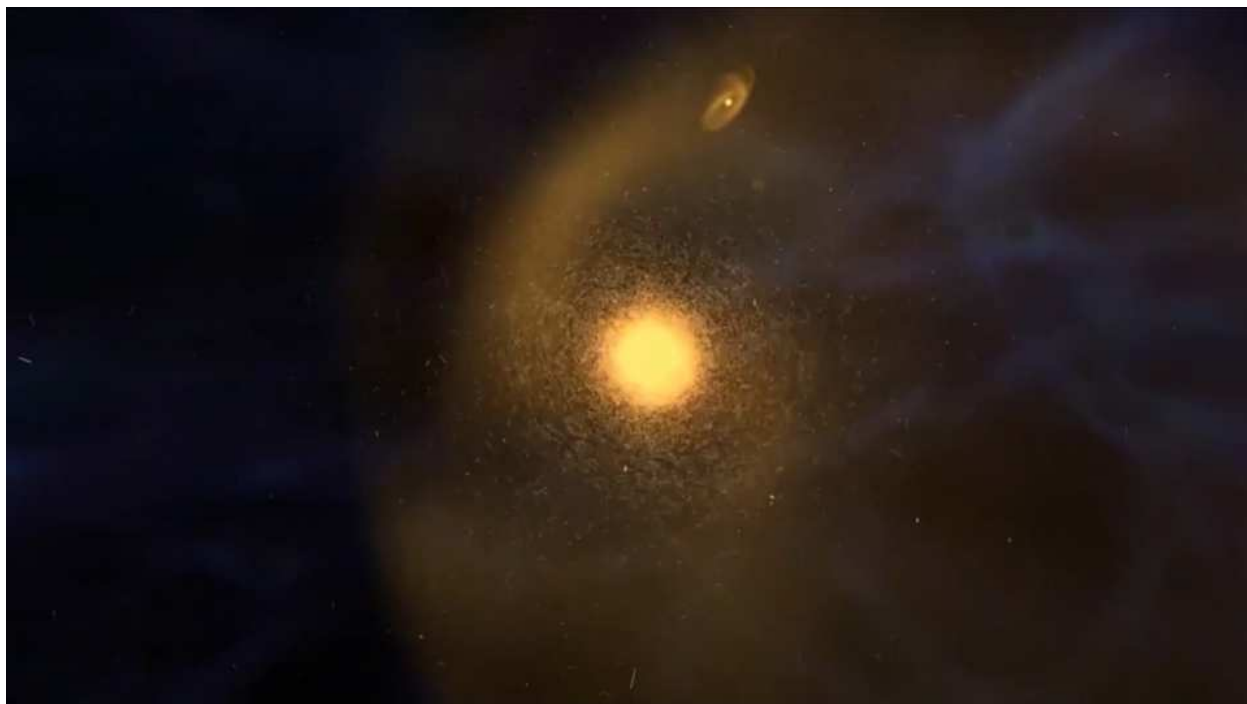
symulacje numeryczne

programy komputerowe, które na podstawie danych obserwacyjnych, praw fizycznych i określonych założeń początkowych wyliczają i obrazują przebieg zdarzenia, którego nie da się zaobserwować bezpośrednio ze względu na czas trwania.

Film (standardowy)

Obejrzyj, jak łączą się galaktyki

Zapoznaj się z filmem, który przedstawia łączenie się galaktyk. Jest to jedna z hipotez powstawania dużych galaktyk.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RCn5WPMfivuje>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Wysłuchaj alternatywnej ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Jak sądzisz? Dlaczego niektóre procesy łączenia galaktyk prowadzą do zatrzymania procesów gwiazdotwórczych?

Polecenie 2

Co to jest teleskop Jamesa Webba?

- ☐ Następca teleskopu Hubble'a.
- ☐ Największy teleskop na Ziemi, służący do obserwacji powstawania gwiazd.
- ☐ Kosmiczny teleskop do badania formowania się i ewolucji pierwszych galaktyk.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Kto stworzył podstawowy podział morfologiczny galaktyk, który zapoczątkował rozważania na temat tworzenia się ogromnych skupisk gwiazdowych? Wpisz nazwisko.

Podstawowy podział morfologiczny galaktyk stworzył .

Ćwiczenie 2



Jakie są dwa podstawowe typy morfologiczne galaktyk?

☐ aktywne jądrowo

☐ spiralne

☐ soczewkowate

☐ eliptyczne

Ćwiczenie 3



Wpisz F jeśli zdanie jest fałszywe, lub P jeśli zdanie jest prawdziwe.

Galaktyki spiralne w czasie swojej ewolucji stają się galaktykami eliptycznymi, bo dysk ulega rozproszeniu.

Zgodnie z jedną z hipotez formowania się galaktyk, galaktyki spiralne powstają w rzadkich regionach, gdzie nic nie zaburza zapadania się obłoku.

Zgodnie z jedną z hipotez formowania się galaktyk, galaktyki eliptyczne powstają w rzadkich regionach, gdzie nic nie zaburza zapadania się obłoku.

Ćwiczenie 4



Zaznacz w tekście poprawne uzupełnienie zdań.

Zgodnie z hipotezą wielkiego obłoku o powstaniu galaktyk spiralnych lub eliptycznych decyduje tempo tworzenia się gwiazd w trakcie zapadania się obłoku protogalaktycznego.

Zgodnie z tym pomysłem galaktyki spiralne powstają, gdy rotujący zapadający się obłok pozostaje w większości w formie gazu, który szybko ☐ / powoli ☐ zapada się wytwarzając szybko rotujący dysk. Gwiazdy powstają dopiero w wytworzonym dysku galaktycznym. Natomiast galaktyki eliptyczne tworzą się, gdy gwiazdy tworzą się

w trakcie zapadania się obłoku ☐ /

po całkowitym utworzeniu się kształtu galaktyki z gazu ☐ .

Lokalne fluktuacje gęstości obłoku sprawiają ☐ /

Jednorodność gęstości obłoku sprawia ☐ , że formują się gwiazdy. Obłok przestaje się zapadać w wyniku zaburzeń w gęstości wytworzonych przez już istniejące gwiazdy.

Z obłoku, w którym już istnieją gwiazdy tworzy się obiekt o kształcie elipsoidalnym.

Ćwiczenie 5



Czy obserwuje się łączenie galaktyk spiralnych?

TAK

☐

\

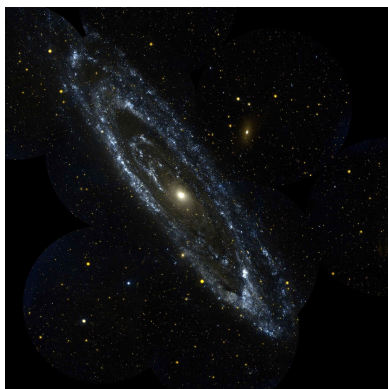
NIE

☐

Ćwiczenie 6



Wybierz z poniższych zdjęć te, na których widać łączące się galaktyki.

☐☐☐☐

Przyjrzyj się uważnie jak wyglądają galaktyki po zbliżeniu do siebie.

Źródło: 1999-2002, Anglo-Australian Observatory, Photograph by S. Lee, C. Tinney and D. Malin., NASA / ESA / Hubble, Wolfgang Ries/Stefan Heutz (Astrokooperation), licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 7



Wybierz poprawne dokończenia zdań opisujące współczesne obserwacje galaktyk i analizę ich rozkładu w przestrzeni.

Galaktyki spiralne powstają w rzadkich regionach, w których

dochodzi do połączenia mniejszych protogalaktyk.

Galaktyki nieregularne (Irr) powstają, kiedy

zapadanie się obłoków jest zakłócanie obecnością już wytworzonych galaktyk oraz obecnością gwiazd.

Galaktyki eliptyczne powstają w gęstszych obszarach, gdzie

zapadanie się obłoku i wytworzenie dysku nie jest zakłócone.

Ćwiczenie 8



Sprawdź w dostępnych źródłach takich jak publikacje naukowe, czasopisma popularnonaukowe, jak nazywają się najbliższe nam galaktyki, w których widać proces deformacji spowodowany oddziaływaniami między nimi. Przeanalizuj ich kształt.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Jak powstają galaktyki?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii. IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń: 10) opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk); stosuje do obliczeń prawo Hubble’a.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. przedstawia różne hipotezy powstawania galaktyk, 2. wskazuje zasadnicze różnice pomiędzy galaktykami, 3. na podstawie prawdziwego zdjęcia określa, czy galaktyki są w fazie łączenia się.
Strategie nauczania:	projekt
Metody nauczania:	pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach
Środki dydaktyczne:	rzutnik, wydruki zdjęć galaktyk dla uczniów lub urządzenia multimedialne, na których uczniowie wyświetlą zdjęcia przygotowane przez nauczyciela
Materiały pomocnicze:	źródła dostępne w Internecie
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Uczniowie zapoznają się z całym e-materiałem w domu. Materiał należy wprowadzić po opanowaniu przez uczniów tematów: „typy galaktyk”. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy czteroosobowe. Każda grupa ma za zadanie przedstawić wizualnie wybraną hipotezę powstawania galaktyk. Prezentacja może odbyć się w postaci nagranego filmu, prezentacji multimedialnej, symulacji numerycznej, plakatów, przedstawienia z rekwizytami. Istotnym elementem prezentacji jest zaprezentowanie wad i zalet danej hipotezy. Ambitni uczniowie mogą spróbować wysnuć własną hipotezę.	
Faza realizacyjna:	
Uczniowie w swoich grupach pracują nad prezentacją hipotezy. Nauczyciel kontroluje etapy przygotowań, w sposób opisowy komentuje tezy stawiane przez uczniów.	
Faza podsumowująca:	
Każda grupa prezentuje swój materiał pozostałym grupom na lekcji lub szerszej publiczności w czasie dni fizyki w szkole, dni otwartych szkoły.	
Praca domowa:	
Zadania sprawdzające z tego e-materiału. Dla chętnych: wziąć udział w projekcie galaxy zoo. http://zoo1.galaxyzoo.org/pl/Tutorial.aspx	

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedia	Uczniowie mogą zapoznać się z multimediami na lekcji.
--	---