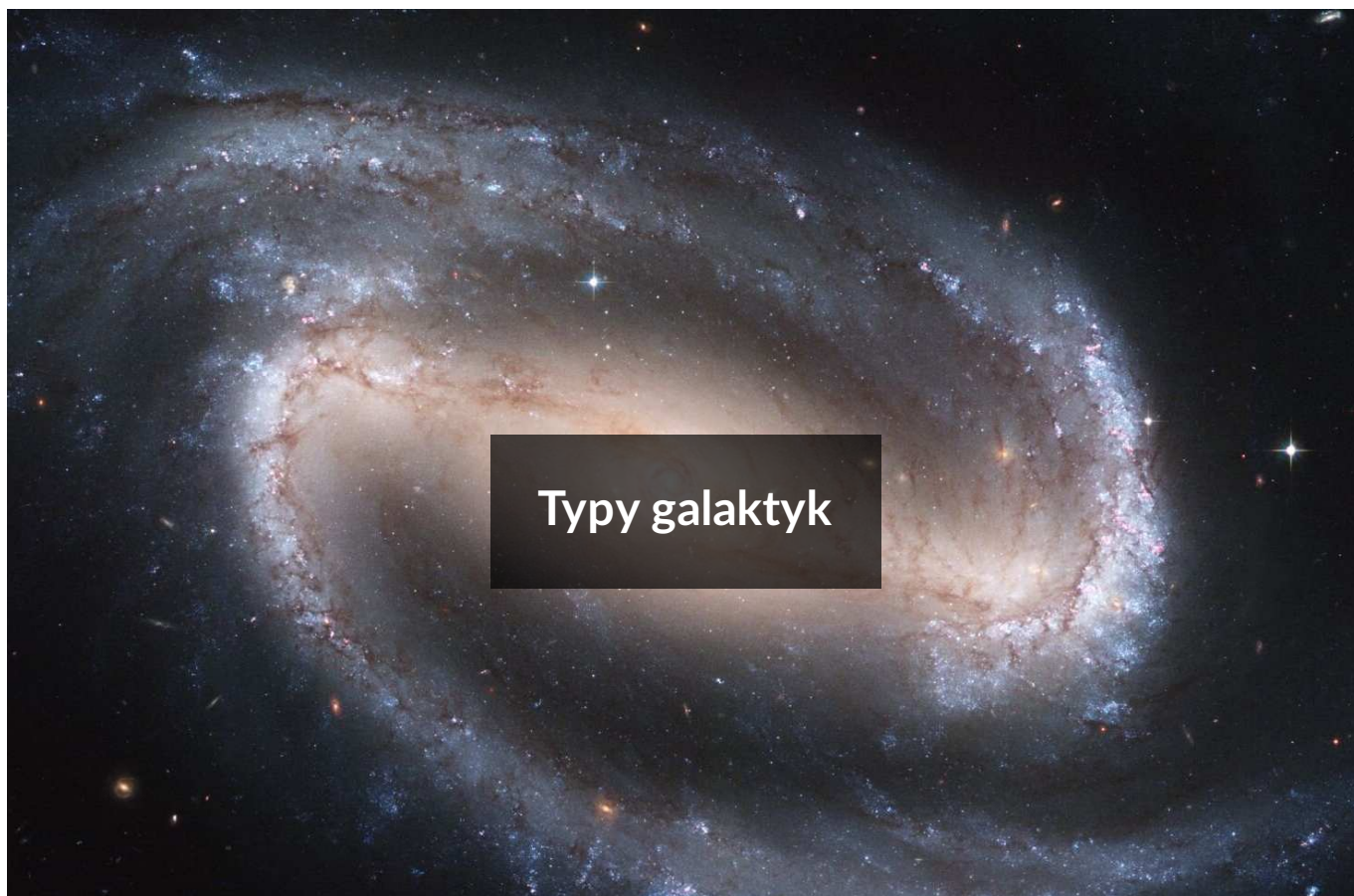




Typy galaktyk

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Mapa pojęciowa](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Źródło: dostępny w internecie: https://images.nasa.gov/details-GSFC_20171208_Archive_e002154 [dostęp 9.05.2022],
domena publiczna. <https://www.nasa.gov/multimedia/guidelines/index.html>.

Czy to nie ciekawe ?

Na niebie możemy obserwować miliardy galaktyk, niektóre z nich widzimy gołym okiem w czasie pięknych bezchmurnych nocy w oddali od zgiełku światła miast i smogu. Wieloletnie obserwacje nieba i rozwój technologiczny instrumentów obserwacyjnych sprawiły, że znamy galaktyki coraz lepiej. Potrafimy badać ich strukturę, promieniowanie, a w przypadku tych najbliższych galaktyk, potrafimy nawet analizować pojedyncze gwiazdy w nich się znajdujące. Dzięki obserwacjom poznajemy cechy wspólne niektórych galaktyk oraz różnice pomiędzy nimi. Takie badania pozwalają stworzyć jednolitą klasyfikację tych obiektów. Czy łatwo jest stworzyć podział galaktyk, skoro znajdują się one tak daleko od nas? Jakiego rodzaju podziału potrafimy dokonać? Czy są galaktyki, których nie potrafimy przyporządkować do żadnej z wcześniej zdefiniowanych grup? O tym dowiesz się w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, czym są aktywne galaktyki,

- poznasz podział morfologiczny galaktyk,
- zrozumiesz, jak dzieli się aktywne galaktyki.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Galaktyki można było obserwować już w starożytności, ponieważ niektóre z nich widoczne są na niebie jako niewielkie chmurki lub obłoczki. Przykładem są najbliższe Ziemi galaktyki karłowate – Wielki i Mały Obłok Magellana – które obserwować można gołym okiem na półkuli południowej. W Europie o tych galaktykach dowiedziano się dopiero dzięki Magellanowi, który wrócił ze swojej dalekiej podróży. Wtedy jeszcze nie było wiadomo, co to jest. Do czasów rozwoju technologii i wybudowania pierwszego teleskopu (rok 1610) nie można było badać tych ciekawych obiektów.



Rys. 1. Zdjęcie z Kosmicznego Teleskopu Hubble’a prezentujące ogrom galaktyk na niebie. Niektóre z galaktyk na tym zdjęciu są tak odległe, że światło pochodzące z nich wyświecone było miliardy lat temu. Ograniczeniem jest prędkość światła w kosmosie.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.spacetelescope.org/images/potw1819a/> [dostęp 9.05.2022].
<https://www.nasa.gov/multimedia/guidelines/index.html>.

Musiało minąć sporo czasu, zanim zauważono, że to, co jest widoczne jako rozmyta „chmurka”, jest strukturą bardzo złożoną składającą się z miliardów gwiazd. Równocześnie obserwacje i badania doprowadziły do odkrycia bardzo wielkich odległości do galaktyk. Najbliższa duża galaktyka spiralna – Galaktyka Andromedy –

znajduje się około 2,5 miliona [lat świetlnych](#) od Ziemi. Oznacza to, że światło z tej galaktyki potrzebuje 2,5 miliona lat, aby do nas dotrzeć, czyli widzimy tę galaktykę taką, jaka była 2,5 miliona lat temu.

Z kolejnymi odkryciami nowych galaktyk dzięki coraz to lepszym teleskopom wiązał się ich podział. Pierwszy sposób segregowania galaktyk stworzył Edwin Hubble w pierwszej połowie XX wieku. Klasyfikacja Hubble'a opierała się na widocznym kształcie obiektu. Typy określone na diagramie Hubble'a nazywamy typami morfologicznymi. Sekwencja ta jest używana do dziś, często w wersji rozbudowanej o typy przejściowe czyli takie, które wykazują cechy dwóch różnych typów z podziału standardowego.

Podstawowy podział morfologiczny galaktyk to:

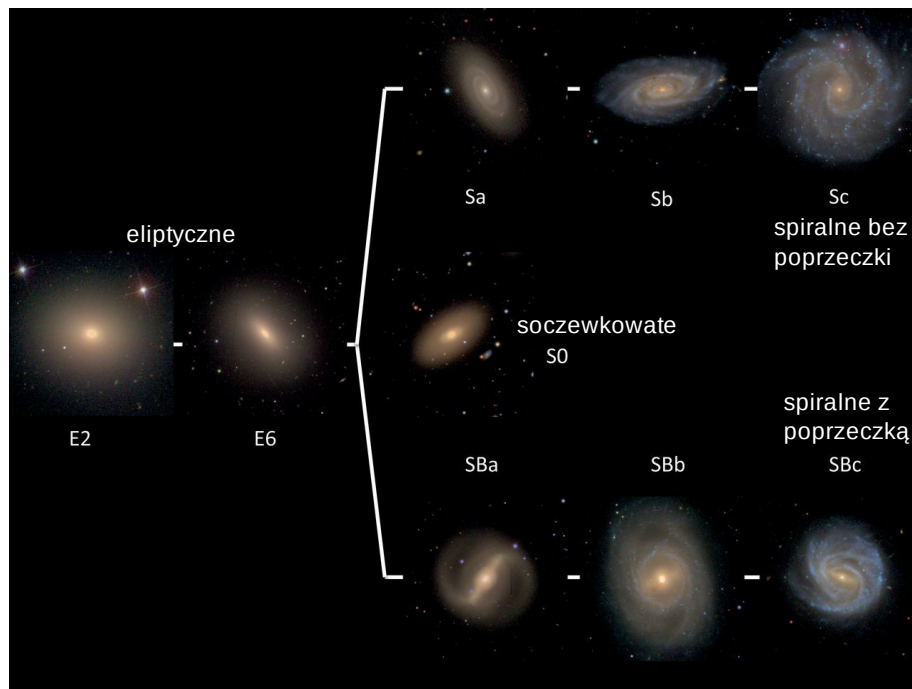
1. spiralne (S – spiral):
 - a. z poprzeczką (SB – spiral barred),
 - b. bez poprzeczki (S lub SA),
2. eliptyczne (E – elliptical),
3. soczewkowate (S0).

Galaktyki eliptyczne i spiralne zostały dodatkowo podzielone ze względu na ich kształt i elementy składowe.

Eliptyczne dzielą się w zależności od spłaszczenia na 8 grup oznakowanych cyframi od 0 do 7, gdzie E0 – oznacza najbardziej kulistą, E7 – najbardziej spłaszczoną. Następnie typ przejściowy S0 – soczewkowata, to galaktyki zachowujące eliptyczny kształt, ale z uwidocznionym niewielkim dyskiem. Natomiast galaktyki spiralne podzielono pod względem intensywności skrzywienia ramion i wielkości jądra galaktyki. Hubble twierdził, że im większe jest zgrubienie centralne galaktyki, tym ramiona są bardziej skrzywione. Wszystkie pozostałe galaktyki, które nie wpisują się w żaden powyższy typ, zostają przypisane do grupy nieregularnej – Irr (irregular).

Postęp technologiczny końca XX i początku XXI wieku przyniósł wiele odkryć nowych galaktyk. W zależności od kąta, pod jakim mamy możliwość je obserwować, jesteśmy

w stanie w prosty sposób ocenić typ morfologiczny galaktyki (galaktyka skierowana jest prostopadle do osi obserwacji) lub bardzo trudno ocenić jej typ (galaktyka skierowana jest równolegle, bokiem do obserwatora).



Rys. 2. „Kamerton Hubble’a” czyli sekwencja Hubble’a przedstawiona przy pomocy prawdziwych zdjęć galaktyk. Podział Hubble’a jest nadal stosowany jako podstawowy podział morfologiczny galaktyk. Galaktyki eliptyczne reprezentowane są przez: typ E0 to M105, typ E5 – M59. Galaktyki spiralne z poprzeczką reprezentują: typ SBa – NGC2859, typ SBb – NGC3351, typ SBc – NGC7479. Galaktyki spiralne bez poprzeczki reprezentują: typ Sa – NGC4594, typ Sb – NGC2841, typ Sc – NGC5457. Natomiast typ soczewkowaty S0 to galaktyka NGC6278.

Źródło: dostępny w internecie: <https://ras.ac.uk/media/37> [dostęp 9.05.2022], licencja: CC BY 4.0.
<https://ras.ac.uk/licence/attribution-cc-40>.

Kolejne badania pod koniec XX wieku i na początku XIX wieku udokumentowały typy galaktyk, w których bierze się pod uwagę inny czynnik klasyfikujący. Każda galaktyka może mieć spokojne lub aktywne jądro galaktyczne. Galaktyki spokojne to takie, w których nie dostrzegamy żadnego silnego promieniowania w jądrze. Głównym źródłem promieniowania w takich galaktykach są gwiazdy.



Rys. 3. Galaktyka M87 w lewym górnym rogu jako jasno świecący punkt widziana przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a (skrót HST od angielskiej nazwy Hubble Space Telescope). Smuga rozciągająca się przez całe zdjęcie to strumień promieniowania wyrzucany z jądra galaktyki aktywnej. Galaktyka M87 znajduje się 50 mln lat świetlnych od Ziemi.

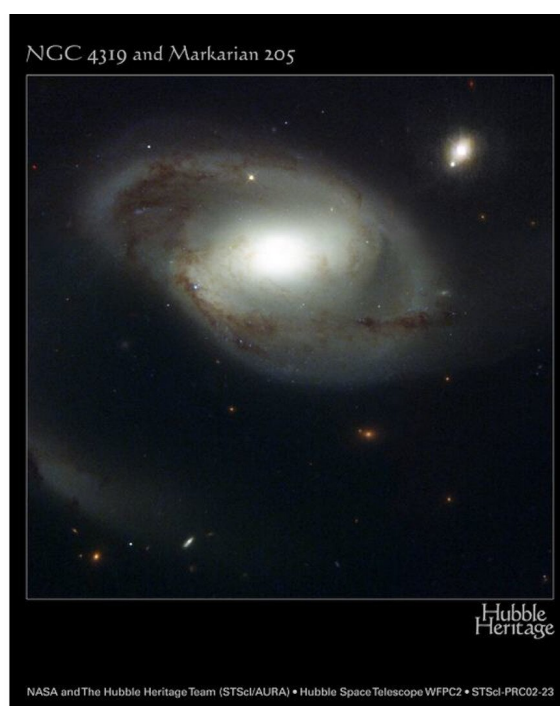
Źródło: dostępny w internecie: <https://hubblesite.org/contents/news-releases/2010/news-2010-18.html> [dostęp 9.05.2022]. <https://hubblesite.org/copyright>.

Galaktyki aktywne (AGN - Active Galactic Nuclei) to galaktyki, które mają bardzo aktywne jądra. Każda galaktyka, która ma aktywne jądro jest źródłem promieniowania, które pochodzi z jej jądra, a nie z gwiazd i pyłu. Podział galaktyk aktywnych jest bardzo trudny, ponieważ rodzaj aktywności jądra zależy od kierunku, z którego je obserwujemy. Najnowsze modele zakładają, że wszystkie galaktyki aktywne są podobnymi galaktykami, ale ze względu na stronę, z której obserwujemy daną galaktykę, inaczej interpretujemy dane. Cechą wspólną galaktyk typu AGN jest bardzo silne wyświecanie promieniowania w paśmie radiowym z centrum galaktyki w porównaniu z galaktykami spokojnymi. Wyróżnia się kilka głównych typów galaktyk aktywnych:

- blazary,
- galaktyki Seyferta,
- kwazary (QSOs).

Ekstremalnie jasne, bardzo odległe galaktyki aktywne, które przypominają gwiazdy i świecące silnie promieniowaniem radiowym to kwazary. Nazwa pochodzi

z angielskiego quasi-stellar objects, czyli obiekt gwiazdopodobny. Bardzo silne promieniowanie powstaje wskutek opadania materii z dysku na masywną czarną dziurę, która jest w środku galaktyki. Materia dysku zwiększa swoją temperaturę wskutek tarcia i szybkiego opadania na jądro galaktyki, przez co silnie promieniuje. Część kwazarów charakteryzuje się silnie promieniującymi dżetami (od angielskiego jet), czyli strugami promieniowania. Zazwyczaj jest to promieniowanie radiowe, ale czasami również optyczne lub rentgenowskie. Obecnie znamy ponad milion kwazarów. Ponieważ jasność jądra oraz duża odległość utrudniają obserwacje, nie wiadomo, jaki typ morfologiczny mają te galaktyki aktywne.



Rys. 4. Zdjęcie z kosmicznego teleskopu Hubble'a przedstawia galaktykę spiralną z poprzeczką (typ SB) NGC4319 w centralnej części, a w prawym górnym rogu jest kwazar Markarian 205.

W rzeczywistości galaktyka NGC4319 znajduje się 80 milionów lat świetlnych od Ziemi, natomiast Mrk205 znajduje się ponad czternaście razy dalej.

Źródło: dostępny w internecie: <https://hubblesite.org/contents/media/images/2002/23/1244-Image.html> [dostęp 9.05.2022]. <https://hubblesite.org/copyright>.

Kolejną bardzo liczną grupą galaktyk aktywnych są galaktyki Seyferta. Są bardzo podobne do kwazarów, ponieważ posiadają bardzo silnie promieniujące jądro. Galaktyki te znajdują się w bardzo dużej odległości od obserwatora. Jednak w odróżnieniu od kwazarów, astronomowie potrafią dostrzec rozciągłość galaktyki, czyli materię znajdującą się wokół aktywnego jądra. Galaktyki Seyferta wyglądają w świetle widzialnym jak zwykłe galaktyki spiralne lub nieregularne. Dopiero analiza

jasności w różnej długości fal elektromagnetycznych uwidacznia aktywne jądro. Przykładem takiej galaktyki jest galaktyka M77 (numer w innym katalogu to NGC1068) lub galaktyka NGC5793.

Innym typem galaktyk aktywnych są blazary, które wyświecają relatywistyczny strumień promieniowania, czyli dżet ze swojego jądra dokładnie w kierunku Ziemi. Oznacza to, że obserwujemy go przez strumień zjonizowanej materii poruszającej się w naszym kierunku z prędkością bliską prędkości światła w próżni (blisko 300000 km/s). Kierunek obserwacji sprawia, że obiekt ten jest znacznie bardziej jasny niż byłby, gdyby dżet skierowany był w innym kierunku.

Warto zaznaczyć, że wspomniane typy galaktyk aktywnych nie wyczerpują całości zagadnienia, ponieważ jest to wciąż dynamicznie rozwijająca się gałąź astrofizyki obserwacyjnej. Bez wątplenia odgrywają one ważną rolę w badaniach wczesnego Wszechświata, ale obecnie wiadomo, że dają bardzo nieobiektywny obraz „typowej” galaktyki o dużym przesunięciu ku czerwieni. Szczególnie ewolucja populacji AGN o niskiej jasności jest znacznie gorzej poznana ze względu na trudności w obserwacji tych obiektów.

Słowniczek

rok świetlny

wielkość używana w astronomii do określania odległości w dalekim kosmosie. Jest to odległość jaką w próżni przebędzie światło w ciągu jednego roku.

$$1 \text{ ly} = 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

dżet

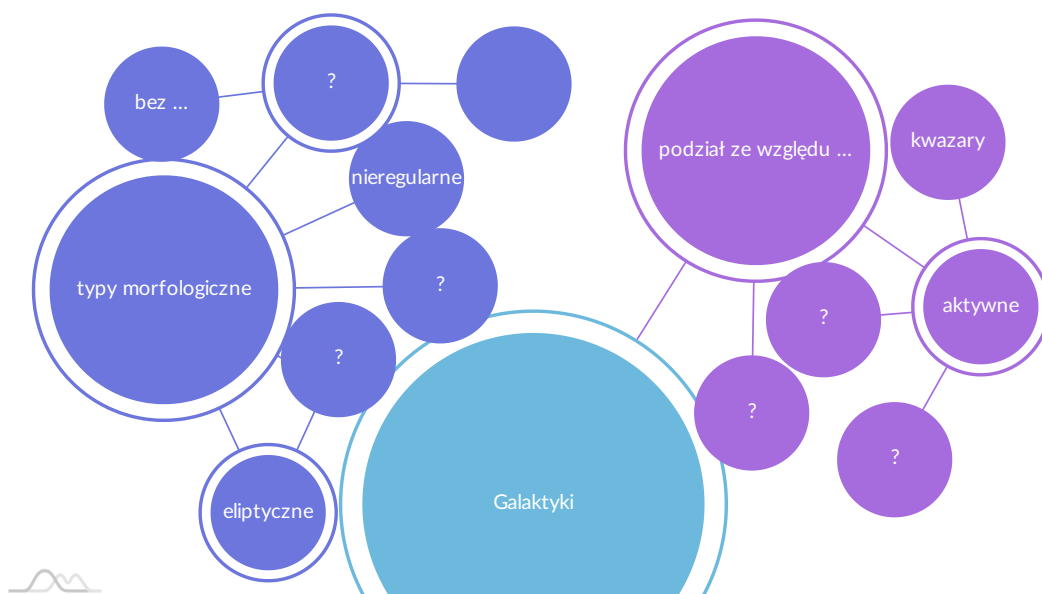
(ang. *jet*), inaczej struga – strumień plazmowej materii wyrzucany z relatywistycznymi prędkościami z biegunów jądra galaktyki lub gwiazdy. Dżety powstają, gdy strumień zjonizowanej materii opada na obiekt kosmiczny.

W wypadku galaktyk aktywnych i wielu mikrokwazarów, obiektem tym jest czarna dziura. Opadająca materia rotuje i tworzy spłaszczony dysk, zaś dżety wyrzucane są wzdłuż osi prostopadłej do płaszczyzny tego dysku.

Mapa pojęciowa

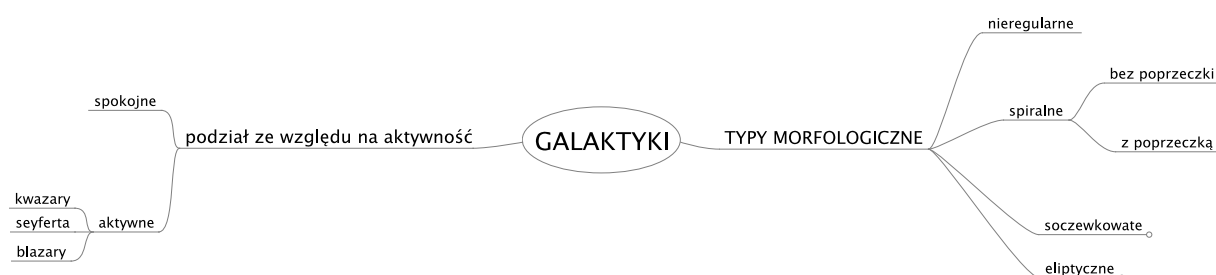
Typy galaktyk

Mapa pojęć przedstawia drzewo rodzajów galaktyk. Począwszy od galaktyk spokojnych i aktywnych rozgałęzienia pokazują jak różnorodne są znane galaktyki we Wszechświecie. Odkrywając kolejne odnogi mapy zastanów się, czy może istnieć jeszcze inna odnoga lub połączenie, którego nie znamy.



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

Mapa pojęć po uzupełnieniu



Polecenie 1

Pogrupuj przykłady galaktyk do różnych grup pod względem typów morfologicznym

spiralne bez poprzeczki

S0	SBa	E3	E2	E6
Sc	E1	E4	SBb	E5
Sb	E7	SBc	Sa	

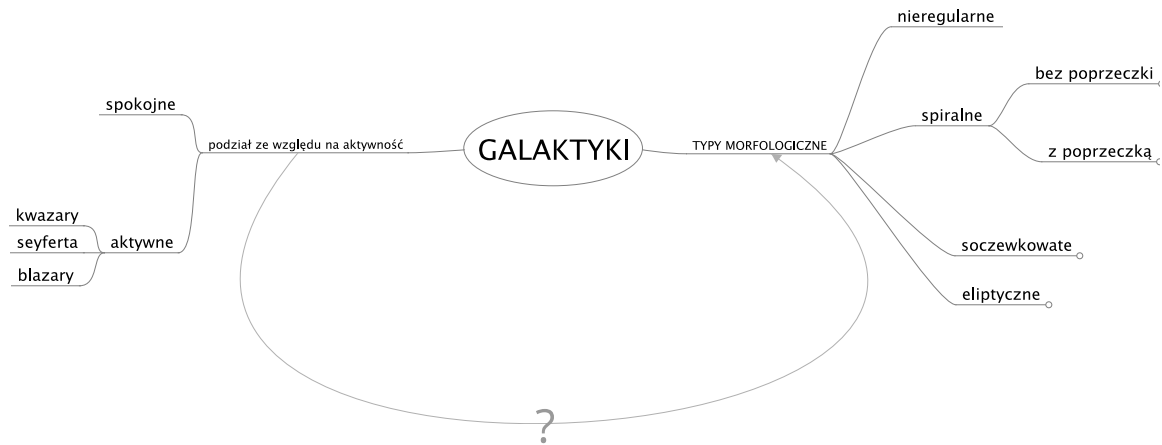
spiralne z poprzeczką

soczewkowate

eliptyczne

Polecenie 2

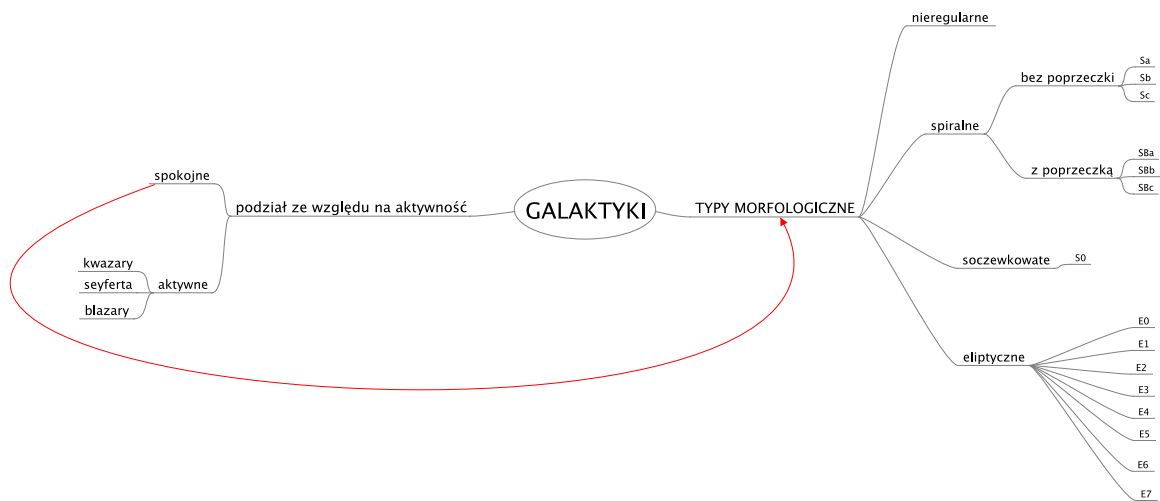
Zastanów się jakie połączenia występują pomiędzy typami morfologicznymi galaktyk a ich aktywnością



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

Polecenie 3

Jaką morfologią charakteryzują się galaktyki spokojne?



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

Polecenie 4

Czy galaktyka aktywna może być galaktyką eliptyczną typu E0 ?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Kto stworzył podstawowy podział morfologiczny galaktyk? Wpisz nazwisko.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Jakie są dwa podstawowe typy morfologiczne galaktyk?

☐ aktywne jądrowo

☐ spiralne

☐ soczewkowate

☐ eliptyczne

Ćwiczenie 3



Jak typ morfologiczny ma galaktyka o małym jądrze z bardzo luźno nawiniętymi ramionami?

☐ SBc

☐ S0

☐ SBa

☐ Sc

☐ E5

Ćwiczenie 4



Ile rodzajów galaktyk eliptycznych uwzględnia podział Hubble'a? Wpisz cyfrę arabską.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Zaznacz, na jakie podstawowe typy dzieli się galaktyki pod względem rodzaju promieniowania, jakie do nas wyświecają?

☐ spokojne i aktywne

☐ kwazary i gwiazdy

☐ blazary i BL Lacertae

☐ eliptyczne i spiralne

☐ soczewkowate i nieregularne

Ćwiczenie 6



Przeczytaj poniższe zdanie i napisz nazwę aktywnej galaktyki, która charakteryzuje się opisanym zjawiskiem.

Wyświeca relatywistyczny strumień promieniowania ze swojego aktywnego jądra dokładnie w kierunku Ziemi.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7



Jakiego typu galaktyką jest Droga Mleczna? Skoro posiada w swoim centrum czarną dziurę, to czy jest galaktyką aktywną?

Ćwiczenie 8



Źródło: dostępny w internecie: <https://hubblesite.org/contents/media/images/2011/11/2836-Image.html> [dostęp 9.05.2022]. <https://www.nasa.gov/multimedia/guidelines/index.html>.

Czy galaktyki mogą na siebie wpadać i łączyć się ze sobą? Jeśli tak, zastanów się, jaki typ galaktyki utworzą. Poszukaj w literaturze takich przykładów. Przyjrzyj się ilustracji powyżej, która przedstawia obiekt Arp 273.

TAK

☐

\

NIE

☐

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak wyglądają 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. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 2) posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; 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. zapozna się z różnymi typami galaktyk. 2. pozna zasadnicze różnice pomiędzy galaktykami. 3. na podstawie prawdziwego zdjęcia określi typ galaktyki.
Strategie nauczania:	blended-learning
Metody nauczania:	- decyzyjna, - burza mózgów, - pokaz multimedialny.
Formy zajęć:	- praca w parach, - praca wspólna.
Środki dydaktyczne:	Rzutnik, wydruki zdjęć galaktyk dla uczniów lub urządzenia multimedialne, na których uczniowie wyświetlą zdjęcia przygotowane przez nauczyciela.
Materiały pomocnicze:	http://zoo1.galaxyzoo.org/pl/Tutorial.aspx
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Lekcję należy połączyć z e-materiałem „Definicja galaktyki”. Uczniowie zapoznają się z e-materiałem w domu. Nauczyciel na lekcji rozpoczyna od wprowadzenia stawiając pytania:

Co to jest galaktyka? Jakie znamy typy galaktyk? Czym tak naprawdę są galaktyki aktywne?

Uczniowie odpowiadają wspólnie na pytania. Nauczyciel wypisuje na tablicy cele lekcji w oparciu o zagadnienia, z którymi uczniowie mieli największy problem zapoznając się w domu z e-materiałem.

Faza realizacyjna:

Nauczyciel na ekranie włącza tutorial projektu GALAXY ZOO. Na podstawie prawdziwych astronomicznych zdjęć prezentuje uczniom różnice pomiędzy galaktykami. Uczniowie wspólnie przechodzą krok po kroku przez szybki podręcznik użytkownika galaktycznego zoo.

Przy każdym zdjęciu nauczyciel zadaje pytania wspomagające:

- Czy obiekt na zdjęciu ma wyraźny dysk?
- Czy obiekt na zdjęciu ma wyraźne ramiona spiralne?
- W którą stronę zawijają się ramiona?
- Czy obiekt na zdjęciu przypomina elipsoidę?
- Czy może być aktywna? Nauczyciel prosi uczniów w trakcie analizy galaktyk o zwrócenie uwagi na dodatkowe szczegóły: np. kolor.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel dzieli uczniów w pary. Każdej parze daje dwa zdjęcia galaktyk. Uczniowie w parze tworzą tabelę, w której robią zestawienie porównujące galaktyki ze zdjęć. Typ galaktyki, kolor, ramiona, poprzeczka, aktywność, dżet, itp.

Praca domowa:

Dla chętnych: wziąć udział w projekcie galaxy zoo.

<http://zoo1.galaxyzoo.org/pl/Tutorial.aspx>

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Uczniowie mogą zapoznać się z multimedium w fazie wprowadzającej lekcji.
--	--