FUTURE SPACE

Scenariusz zajęć

Autor/ Autorzy: Przemysław Rudź, Krzysztof Rochowicz

W świecie galaktyk

Słowa kluczowe:

Galaktyki

typy galaktyk

ewolucja galaktyk

obserwacje galaktyk

Edwin Hubble

Tematyka: Klasyfikacja i ewolucja galaktyk

Wiek uczniów: 15-19 lat

Czas: 2 x 45 minut

Przedmioty:

geografia

fizyka

CBK PAN · POLSA Polska Agencja Kosmiczna · NEMO · NOESIS Thessaloniki Science Center & Technology Museum · OEiiZK Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie

KONSPEKT ZAJĘĆ

Zajęcia interdyscyplinarne dotyczące ewolucji galaktyk, ich klasyfikacji, sposobów badania ich przeszłości i procesów zachodzących w długich skalach czasowych. Lekcja oparta jest na ogólnodostępnych materiałach filmowych i graficznych obrazujących różnorodność form galaktyk we Wszechświecie.

CELE LEKCJI

Uczeń poznaje:

- pracę astronomów dotyczącą badania ewolucji galaktyk;
- klasyfikację typów galaktyk ze względu na ich budowę morfologiczną;
- obrazy galaktyk różnych typów wykonanych teleskopami naziemnymi i kosmicznymi;
- wkład Edwina Hubble'a do rozwoju astronomii pozagalaktycznej, prawo Hubble'a-Lemaitre'a;
- satelitarne badania galaktyk;
- do czego służą galaktyczne przeglądy nieba;
- galaktyki dostępne obserwacjom z pomocą małego teleskopu.

REZULTATY LEKCJI

Uczeń wie i potrafi:

- opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce;
- wymienia podstawowe typy galaktyk i wskazuje różnice między nimi;
- poznaje klasyfikację galaktyk wg Hubble'a;
- wie, gdzie szukać fotografii ciał niebieskich wykonanych przez największe ziemskie teleskopy i teleskopy kosmiczne;
- poznaje główne katalogowe oznaczenia galaktyk (katalog Messiera i NGC);
- obserwuje wybrane galaktyki przez amatorski teleskop astronomiczny.

KORELACJA Z PODSTAWĄ PROGRAMOWĄ

✍ **FIZYKA**		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
Wymagania przekrojowe	I.16	I.18
Grawitacja i elementy astronomii	III.5, III.10	

✍ **GEOGRAFIA**		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
Ziemia we Wszechświecie	II.4, II.5	

KLUCZOWE KOMPETENCJE XXI WIEKU*

(jakim kompetencjom kluczowym XXI wieku odpowiada scenariusz)

- ☑ kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji
- ☑ kompetencje w zakresie wielojęzyczności
- ☑ kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii
- ☑ kompetencje cyfrowe

* *Więcej informacji o kompetencjach kluczowych na stronie: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN*

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE DO PRZEPROWADZENIA ZAJĘĆ:

- Astronarium odc. 57 ⇒link
- Space telescope ⇒link
- zdjęcia ESO ⇒link

PRZEBIEG LEKCJI 1

✍ *Nauczyciel prosi uczniów, aby obejrzeli w domu odcinek programu Astronarium pt. Ewolucja galaktyk (57) ⇒link Prosi uczniów aby zanotowali odpowiedzi na pytania:*

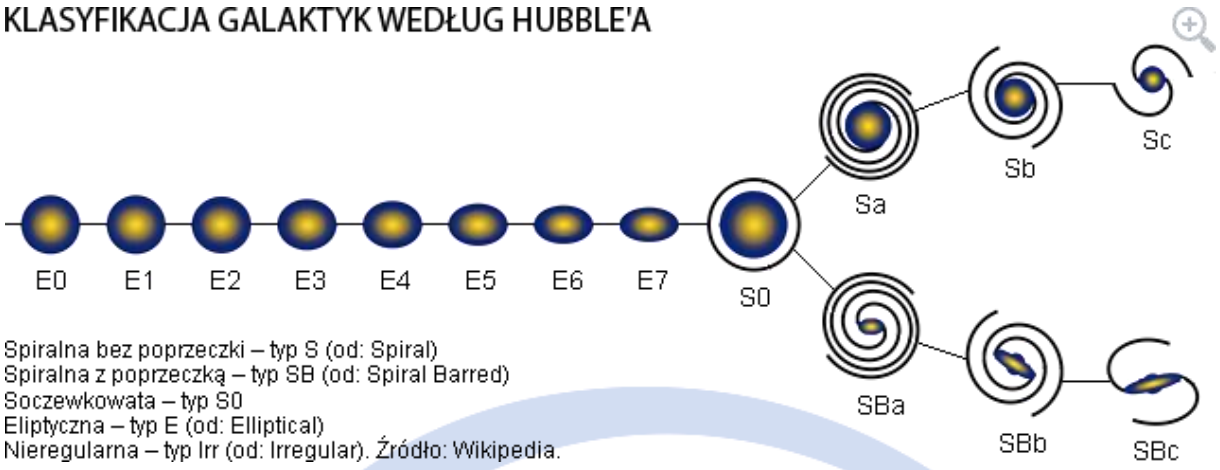
- *Czym są galaktyki?*
- *Na jakie typy Edwin Hubble podzielił galaktyki i jak przedstawił to graficznie?*
- *Czy galaktyki z reguły występują w kosmosie samotnie, czy tworzą raczej grupy i skupiska?*
- *Co kolory gwiazd w galaktykach mówią o ich wieku?*
- *Co mierzył satelita Planck?*

🕒 WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 20 MINUT

✍ W 1610 roku Galileusz użył teleskopu do obserwacji Drogi Mlecznej i odkrył, że składa się ona z ogromnej liczby słabych gwiazd. Pierwszej próby oceny kształtu Drogi Mlecznej i położenia Słońca w naszej galaktyce dokonał William Herschel w 1785 r. przez dokładne zliczenie liczby gwiazd w różnych obszarach nieba. Astronomia pozagalaktyczna (poza Drogą Mleczną) narodziła się w latach dwudziestych XX w. Wcześniej astronomowie nie zdawali sobie sprawy z tego, że część obserwowanych na niebie mgławic to rzeczywiście mgławice gazowe należące do Galaktyki, natomiast część – to bardzo odległe galaktyki. Argumenty za istnieniem dalekich galaktyk pojawiały się stopniowo i jeszcze w 1920 r. (Wielka Debata między Shapleyem a Curtisem) nie było to oczywiste.

🕒 CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 20 MINUT

➲ Decydujące rozstrzygnięcie przyszło w wyniku obserwacji. W roku 1923 Edwin Hubble wykonał obserwacje Galaktyki Andromedy, w której zaobserwował pojedyncze gwiazdy typu cefeid. Pozwoliło mu to na wyznaczenie odległości do tejże galaktyki. Odległość ta wielokrotnie przekraczała rozmiary Drogi Mlecznej. Również Hubble zaproponował w roku 1926 system morfologicznej klasyfikacji galaktyk. System ten dzieli galaktyki na trzy główne typy: eliptyczne, spiralne i nieregularne. Obserwacje odległych galaktyk pozwoliły odkryć, że taki generalny podział ma zastosowanie nie tylko do współczesnego Wszechświata, ale można go stosować do okresu sprzed co najmniej 11 miliardów lat. Jest to siłą rzeczy schemat uproszczony nieuwzględniający całego bogactwa form galaktyk, które poza klasycznymi kształtami i formami pośrednimi, przybierają też formy będące wypadkową przebytych bądź wciąż trwających interakcji grawitacyjnych, czy wręcz zderzeń pomiędzy galaktykami.



- Powstawanie galaktyk i ich późniejsza ewolucja jest dziś tematem wielu konkurujących hipotez, w których próbuje się połączyć znane z nocnego nieba typy morfologiczne galaktyk w spójne scenariusze uwzględniające całą ich różnorodność. Opus magnum pracy Edwina Hubble'a było sformułowane prawo, zwane dziś prawem Hublle'a-Lemaitre'a (drugi człon od nazwiska belgijskiego duchownego-kosmologa Georgesa Lemaitre'a). Wiąże ono ze sobą odległość galaktyk i z ich prędkością oddalania się od nas (prędkością ucieczki, którego miarą jest widmowe przesunięcie ich światła ku czerwieni). Istnienie tego związku przewidział wcześniej Belg, a obserwacyjnie potwierdził Amerykanin. Istotne jest przy tym zrozumienie, że efekt tej swoistej „ucieczki galaktyk" wywołany jest unoszeniem ich przez rozszerzającą się przestrzeń. Konkluzją tego odkrycia było stwierdzenie, że w odleglej przeszłości Wszechświat musiał być mniejszy, gęściejszy i gorętszy, co dało fundament przyjmowanej i testowanej dziś powszechnie teorii Wielkiego Wybuchu.

- W ramach ćwiczeń na lekcji nauczyciel:
  - demonstruje, na przykładzie pompowanego balona z narysowanymi na jego powierzchni kropkami, symbolizującymi galaktyki, „ucieczkę" galaktyk wywołaną unoszeniem ich przez rozszerzającą się przestrzeń;
  - wyświetla uczniom losowo obrazy różnych galaktyk i prosi o ocenę na forum klasy, do jakiego typu się one zaliczają. W tym celu warto skorzystać z wysokiej jakości fotografii, które udostępnia NASA i Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ⇒link ⇒link
    - galaktyki eliptyczne (**załącznik nr 1**) ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link
    - galaktyki spiralne oraz spiralne z poprzeczką ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link
    - galaktyki nieregularne ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link ⇒link

- Ćwiczenie to może przebiegać również w taki sposób, że dzielimy uczniów na trzy grupy, z których każda z dostępnej puli fotografii ma wybrać jeden typ galaktyk, a następnie na forum klasy zweryfikować wspólnie pod okiem nauczyciela poprawność klasyfikacji i jednocześnie przedstawić podstawowe informacje od danym typie galaktyk. Niezbędne informacje mogą przygotować jako praca domowa.
- Dodatkową atrakcją może być wydrukowanie obrazów galaktyk (załączone pliki mają odpowiednią jakość i rozdzielczość do poligrafii), oprawienie ich, krótkie opisanie i powieszenie w klasie lub szkolnej pracowni astronomicznej. Można też pokusić się o przygotowanie szkolnej galerii astronomicznej, która kilka razy do roku prezentować będzie inne klasy obiektów (galaktyki, mgławice, planety, gromady gwiazd, księżyce planet, itd.).

PODSUMOWANIE ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT

- Bogactwo form galaktyk zachwyca. Najbardziej podstawowa klasyfikacja typów galaktyk, polegająca na ocenie ich budowy morfologicznej, dzieli je na eliptyczne, spiralne, spiralne z poprzeczką i nieregularne. Formą pośrednią pomiędzy galaktykami eliptycznymi i spiralnymi są galaktyki soczewkowate. W widzialnym Wszechświecie znajduje się prawdopodobnie kilkaset miliardów galaktyk. Wśród nich odnajdziemy galaktyki karłowate, w skład których wchodzi od miliona do kilku miliardów gwiazd, oraz prawdziwe galaktyki-giganty, które zawierają nawet bilion i więcej gwiazd. Pomiędzy tymi strukturami znajdują się pustki o rozmiarach 10–150 milionów parseków. Droga Mleczna należy do Grupy Lokalnej Galaktyk, która z kolei jest częścią supergromady Laniakea o średnicy ponad 500 milionów lat świetlnych. Ta ostatnia nazwa wywodzi się z języka hawajskiego i oznacza „niezmierne niebiosa”, upamiętnia starożytnych polinezyjskich nawigatorów, którzy używając astronawigacji odbywali długie podróże na Oceanie Spokojnym.

PRZEBIEG LEKCJI 2

WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 15 MINUT

Szkolny teleskop umożliwia obserwację setek galaktyk różnych typów. Co prawda w większości będą to tylko słabe mgiełki, może jednak na zdjęciach uda nam się utrwalić charakterystyczne kształty i cechy przynajmniej niektórych z nich. Spróbujmy wybrać się w tę kosmiczną podróż. Nauczyciel omawia warunki obserwacji tego typu obiektów – znaczenie średnicy obiektywu teleskopu, pola widzenia okularu, powiększenia.

- Nauczyciel omawia dwa główne katalogi obiektów mgławicowych – sporządzony przez francuskiego łowcę komet Charlesa Messiera (M) oraz profesjonalny New General Catalogue (NGC). Pierwszy z nich jest szeroko używany przez miłośników astronomii, którzy organizują tzw. maratony Messiera, kiedy podczas jednej nocy obserwacyjnej starają się zaobserwować możliwie najwięcej obiektów z tego katalogu.

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 30 MINUT +

- Pod ciemnym niebem nauczyciel skierowuje teleskop na wybrane jasne galaktyki nieba północnego. Do wyboru mamy tu między innymi:
  - *Wielka Galaktyka Andromedy i jej galaktyki satelitarne (M31, M32 i M110) – lato i jesień,*
  - *Wielka Galaktyka Trójkąta (M33) – lato i jesień,*
  - *Para galaktyk, Galaktyka Bodego i Galaktyka Cygaro, w konstelacji Wielkiej Niedźwiedzicy (M81 i M82) – cały rok,*
  - *Galaktyka Wirowa (M51) w konstelacji Psów Gończych – cały rok,*
  - *Triplet Lwa (M65, M66 i NGC3628) – wiosna,*
  - *Wielka Galaktyka Panny (M87) – wiosna,*
  - *Galaktyka Czarnooka w konstelacji Warkocza Bereniki (M64) – wiosna,*
  - *Galaktyka Sombrero w Pannie (M101) – wiosna,*
  - *Galaktyka Wiatraczek w konstelacji wielkiej Niedźwiedzicy (M101) – cały rok,*
  - *Galaktyka Rzeźbiarza (NGC253) – jesień.*
- W czasie obserwacji, poza patrzeniem bezpośrednim, stosujemy metodę zerkania, a więc obserwacji kątem oka, na którego zewnętrznych rejonach siatkówki znajdują się czulsze na słabe światło pręciki.

PODSUMOWANIE ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT

- Bogactwo Amatorski teleskop lub lornetka na statywie umożliwiają obserwację najjaśniejszych galaktyk różnych typów. Aby obserwacje tego typu miały sens należy wybrać miejsce pozbawione sztucznego oświetlenia, najlepiej podczas nowiu Księżyca lub okresu, kiedy nie znajduje się jeszcze ponad horyzontem. Ważne jest też przyzwyczajenie wzroku do ciemności, co zwiększa komfort obserwacji. Warto

uzmysłowić sobie różnice pomiędzy bezpośrednia obserwacją gołym okiem a długoczasowymi fotografiami galaktyk i mgławic. Oko nie ma zdolności kumulowania padających nań fotonów, czym różni się od kliszy fotograficznej współcześnie wypartej całkowicie przez elektroniczne kamery CCD.

UWAGI NAUCZYCIELA PO PRZEPROWADZENIU ZAJĘĆ

Materiał edukacyjny opracowany
w ramach projektu FUTURE SPACE
(nr umowy: 2019-1-PL01-KA201-065434),
współfinansowany przez Unię Europejską
w programie ERASMUS+

LICENCJA: CC BY-SA 4.0 **https://futurespaceproject.eu/**