УРОК № 27

**СВІТ ГАЛАКТИК. АКТИВНІ ЯДРА ГАЛАКТИК**

**ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ:**

* **Предметна компетентність:** розглянути класифікацію галактик за Габблом (еліптичні, лінзоподібні, спіральні, неправильні, взаємодіючі, карликові), ознайомити з космічним явищем активності ядер галактик, міжгалактичним середовищем, міжгалактичними відстанями, системами галактик: групами, скупченнями і надскупченнями галактик, законом розширення Всесвіту (закон Габбла), масштабною моделлю нашого Всесвіту;
* **Ключові компетентності:**

**Спілкування державною мовою -** спілкуватися за проблематикою предмету сучасною науковою мовою з використанням усталених астрономічних термінів та понять*;* чітко та однозначно формулювати судження та аргументувати їх; налагоджувати комунікації у процесі вирішення навчальних завдань та виконання проектів; чітко та стисло викладати основний астрономічний зміст питань у письмовій формі; цінувати наукову українську мову; готувати та представляти повідомлення, доповіді та реферати, презентувати результати проектної діяльності.

**Спілкування іноземними мовами -** оперувати найбільш вживаними в міжнародній практиці астрономічними термінами; користуватися іншомовними джерелами як додатковими під час виконання навчальних завдань та проектів;

**Математична компетентність**застосовувати математичний апарат і закони фізики для обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів спостережень; моделювання астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень;

**Основні компетентності у природничих науках і технологіях:** характеризувати роль астрономічних знань у формуванні природничо-наукової картини світу; усвідомлювати значення астрономії для дослідження довкілля;

**Інформаційно-цифрова компетентність:** використовувати інформаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку інформації;користуватися сучасними гаджетами як інструментальними засобами;визначати можливі джерела інформації, добирати потрібну інформацію, оцінювати, аналізувати, перекодовувати інформацію; працювати з програмами-симуляторами астрономічних явищ;

**Уміння вчитися впродовж життя:** планувати самостійне опрацювання навчального матеріалу з астрономії; визначати цілі навчальної діяльності в короткотерміновому та довготерміновому періодах; виконувати самостійний пошук інформації з використанням різних видів джерел; виділяти головне в опрацьовуваній інформації; критично оцінювати власні досягнення; усвідомлювати важливість самоосвіти для успішного життя.

**Ініціативність і підприємливість*:*** ухвалювати рішення щодо вибору найоптимальніших альтернатив під час вирішення навчальних завдань з астрономії; пропонувати способи та засоби економії енергетичних, часових, фізичних ресурсів у навчальному процесі та побуті, співвідносити очікувані результати та ресурси, потрібні для їх досягнення; усвідомлювати досяжність поставлених цілей як результату наполегливої праці.

**Соціальна та громадянська компетентності:** відстоювати аргументовано свої погляди на вирішення навчальних завдань та сприймати аргументовані пропозицій товаришів; дотримуватися принципів демократичності та відповідальності під час роботи в групі; пропонувати шляхи підвищення рівня соціального розвитку на основі сучасних астрономічних знань;

**Обізнаність та самовираження у сфері культури:** визначити роль астрономії у становленні загальнолюдської культури;пояснювати взаємовплив астрономічної науки та образотворчого, музичного, літературного мистецтва; усвідомлювати історичну єдність процесу розвитку природничої науки та культури людської цивілізації.

**Екологічна грамотність і здорове життя:** дотримуватися правил безпеки життєдіяльності в навчальному процесі та побуті; забезпечення здорового способу життя; дотримуватися правил екологічної поведінки.

**Обладнання**: підручник, презентація із демонстраціями та відеоматеріалами, ноутбук, екран (мультимедійний проектор), зошит для конспектів.

**Тип уроку**: комбінований.

**ХІД УРОКУ**

**■ І. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП**

**■ ІІ. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ**

***Тест***

***«Наша Галактика – Молочний Шлях»***

***Варіант 1***

1. Г
2. Б
3. А
4. Сферичної.
5. Розсіяних зоряних скупчень.
6. Розсіяні скупчення знаходяться в районі Молочного Шляху (галактичної площини) або поблизу нього. А більшість кулястих кулястих скупчень знаходяться в сузір’ї Стрільця (згруповані сферично-симетрично навколо центра Галактики)**.**
7. Центр нашої галактики захований від нас величезними хмарами пилу, який поглинає випромінювання у видимій частині спектру. Тому, тільки за допомогою радіотелескопів та телескопів інфрачервоного і рентгенівського діапазонів можна реєструвати випромінювання ядра Галактики.
8. Галактика відрізняється зоряним складом. У молодих скупченнях є багато блакитних гігантів із яких складається плоска складова галактики (молоді зорі). Сферичну складову населяють червоні надгіганти – «старий» центр галактики.
9. Розподіл зір у галактиці має дві тенденції: зорі великої світності, розміщуються приблизно в одній площині (галактичній площині) і з віддаленям від неї концентрація зір різко зменшується; зорі концентруються навколо ядра. Ми спостерігаємо Молочний шлях у вигляді туманної світлої смуги, яка опоясує все небо із заходу на схід через зеніт. Визначаючи відстані, на яких відбувається істотне падіння зіркової щільності, отримуємо уявлення про розміри Галактики та місце Сонця в ній. Сонце віддалене від центру галактики на відстань 10000 пк, а її кордон у напрямку на антицентр знаходиться на відстані 5000 пк.

***Варіант 2***

1. Б
2. Г
3. В
4. Галактичний.
5. Спіральну структуру
6. Сузір’я -ділянки небесної сфери, на які поділені окремі групи зір для зручності орієнтування. Зоряні скупчення – найчисельніші системи об’єднання зір, пов’язані взаємним тяжінням і рухаються як одне ціле.
7. Галактичний рік – період обертання Сонця навколо центра Галактики. Він становить 200-250 млн. років. Вік Сонця приблизно 20-25 Галактичних років.
8. Темні туманності поглинають світло від зір або туманностей, що знаходяться поряд або за ними. Найбільш темні туманності можна спостерігати неозброєним оком як шматки чорноти. Оскільки видимого світла від них не фіксують, вивчати їх можна тільки методами радіоастрономії, а також інфрачервоного випромінювання пилу.
9. Кулясті зоряні скупчення на відмінну від розсіяних зоряних скупчень містять у міжзоряному середовищі мало газу, цей факт пояснюється низькою параболічною швидкістю 10-30 км/с та більшим віком та періодичним проходженням через диск галактики, що сприяє «вимітанню» газу зі скупчень у результаті таких проходжень.

Розсіяні зоряні скупчення – відносно молоді скупчення і містять в собі більше газу та важких хімічних елементів. Тому маса буде більшою у тих газопилових комплексів, які утворилися із розсіяних зоряних скупчень.

**■ ІІІ. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Проблемна бесіда*

* Де наше місце в Галактиці?
* Яка її форма, структура та фізичні характеристики?
* Чи є у світі об’єкти подібні до «Молочного Шляху», скільки їх? Де межа Всесвіту?

**■ ІV. ПОВІДОМЛЕННЯ ТЕМИ, МЕТИ ТА ЗАВДАНЬ УРОКУ.**

**■ V. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**

**1. Світ Галактик. Просторова модель Всесвіту**

Наприкінці XVIII ст. В.Гершель відкрив і відніс до каталогів понад 2500 світлих туманностей, дослідив їх форми і значну частину виділив в окрему групу “молочних шляхів”, які мали б бути подібними до нашої Галактики. Вченим знадобилося біля 150 років для підтвердження того, що ці гігантські астрономічні об’єкти є зоряними системами, які знаходяться за межами нашої Галактики. Їм дали загальну назву — галактики.

В 1924 р. американський астроном Е. Габбл виявив у цих туманностях не тільки безліч зір, а й розсіяні і кульові скупчення, нові зорі і цефеїди. Визначивши періоди змінності блиску й видиму зоряну величину цефеїд, Габбл визначив відстані до них, а отже, і до галактик, в яких вони знаходяться, зробив оцінку розмірів цих галактик, поділивши їх за зовнішнім видом на:

**еліптичні** Е (біля 25 % виявлених); **спіральні** S (50 %); **лінзоподібні** SO (20 % є проміжними між Е і S); **неправильні** Ir(без певної форми біля 5 %).

В спіральних і неправильних галактиках міститься багато білих і блакитних зір, в еліптичних - більше червоних. Це свідчить про різний вік галактик;

Галактик з видимою зоряною величиною до 30m є близько 10 млрд;

Маса галактик варіюється від 107 до 1012 мас Сонця, для порівняння — маса нашої Галактики становить близько $2∙10^{11}$мас Сонця. Діаметр галактик — від 5 до 250 кілопарсек (16-800 тис. св. років). Для порівняння — діаметр нашої Галактики близько 100 тис. св. років, а надгігантська галактика ІС 1101 має діаметр приблизно 6 млн св. років.

Галактики у просторі рідко бувають поодинокими, а зустрічаються невеликими групами або входять до складу великих скупчень із сотень і тисяч галактик; у великому масштабі вони розміщені не хаотично, а утворюють дуже дивні структури, які нагадують величезні сітки з волокон. Ці волокна оточують гігантські, відносно порожні області — порожнечі. (Припускають, що в порожнинах є темна матерія, природа якої невідома) Деякі порожнечі мають діаметр 300 млн св. років — на сьогодні це найбільш відомі утворення у Всесвіті. Найімовірнішим поясненням цієї волокнистої структури Всесвіту є те, що галактики у просторі розташовані на поверхні величезних бульбашок, а порожнечі є їхньою внутрішньою областю. Просторова модель Всесвіту нагадує шматок пемзи, який у цілому має однорідну структуру, але окремі об’єкти мають порожнини.

Найбільшим із таких космічних волокон у структурі галактик є Велика Стіна, яка спостерігається у сузір’ях Діви та Волосся Вероніки як найбільші скупчення галактик у порівнянні з іншими напрямки, на відстані 500 млн св. років завдовжки 600 млн. св. років і завширшки 200 млн св. років.

Наша Галактика входить до складу так званої Місцевої групи, яка містить ще дві спіральні галактики (туманність Андромеди, яка є найближчою до нас і доступна для спостережень в Україні, і галактику в сузір’ї Трикутника), більше 20 карликових і неправильних галактик, серед яких найбільшими є Магелланові Хмари;

Окремі Галактики взаємодіють між собою (взаємодіючі галактики), навіть відбувається їхнє зіткнення, коли одна галактика поглинає іншу, - спостерігається своєрідний «галактичний канібалізм» (у майбутньому Молочний Шлях зіткнеться із Андромедою – утвориться Млекомеда);

2. **Закон Габбла**

Одночасно з тим Габбл з’ясував, що лінії у спектрах відомих галактик (за винятком кількох) зміщені у червоний бік порівняно з тими ж лініями у спектрі нерухомого об’єкта **(ефект Доплера - Фізо).** Із спостережень було встановлено, що швидкість віддалення галактик пропорційна відстані до них. Для швидкостей $v\ll c$, ця формула має вигляд$:v =Hr$**,** де $v$ - швидкість в напрямі поширення світла; H - стала Габбла, середнє значення якої, на думку вчених, становить 70 км/(с$∙$Мпк)( швидкість розлітання галактик збільшується на 70 км/с кожні 1 млн парсеків). Разом з тим$v=\frac{c∆λ}{λ}$ де $∆λ$ - зміщення довжини світлової хвилі $λ$ у спектрі, с **-** швидкість світла у вакуумі.

У наш час червоні зміщення виміряні для понад 10000 галактик, і для кожної з них виконується залежність (закон), встановлена Габблом. Це означає, що Всесвіт не є статичним, а неперервно розширюється. При цьому мова не йде за певну точку, від якої відбувається розширення, оскільки ніякого центра розширення не існує. Його відсутність пояснюється відсутністю взаємодії галактичних скупчень.

Якщо застосувати формулу Габбла у вигляді с = Нr, то r— відстань, на яку могло поширитися світло від моменту народження Всесвіту. Оскільки швидкість світла у вакуумі є найбільшою швидкістю передачі інформації, то і розмір спостережуваного Всесвіту — теж скінчена величина. Це означає, що поза межами цієї відстані від спостерігача у Всесвіті не може бути космічних об’єктів. Отже спостережуваний Всесвіт має вигляд сфери скінченого або як його називають габблівського радіуса. А поверхню, яку він описує називають абсолютним горизонтом. На сьогодні експериментальні дані підтверджують наявність астрономічних об’єктів тільки на менших відстанях.

**3. Активні ядра Галактик**

У всіх галактиках, окрім найменших, виділяється яскрава центральна зона, яку називають ядром. Його велика яскравість пояснюється високою концентрацією зір у ядрі;

Ядра деяких галактик особливо яскраві, і вони є потужними джерелами випромінювань в оптичному, рентгенівському і радіодіапазоні. Такі галактики називають **галактиками з активним ядром.** Випромінювання з них пов’язують з існуванням в їх центрі чорної дірки;

Галактичні ядра мають ознаки активності якщо:

• спектр електромагнітного випромінювання об’єкта набагато ширший від спектра звичайних галактик і може сягати від радіо- до жорсткого гамма-випромінювання;

• спостерігається «змінність джерела випромінювання. Як правило, це відбувається із періодом від 10 хвилин у рентгенівському діапазоні до 10 років в оптичному й радіодіапазонах;

• є особливості спектра випромінювання, за якими можна зробити висновок про рух гарячого газу з великою швидкістю;

є видимі морфологічні особливості, зокрема викиди й «гарячі плями»;

є особливості спектра випромінювання та його поляризації, за якими можна зробити висновок про наявність магнітного поля та його структуру.

Прояви перелічених особливостей можуть бути різні, галактики можуть виявляти не всі перелічені ознаки, а лише деякі з них. Традиційно галактики поділяють на чотири класи: сейфертовські, радіоактивні, лацертиди та квазари.

* Сейфертовські – галактики в яких спостерігаються потужні викиди газу зі швидкістю 300-5000 км/с.
* є ряд галактик, випромінювання яких в діапазоні радіохвиль більш потужні, ніж в оптичному. їх називають радіогалактиками;
* Лацертиди — це активні ядра галактик, релятивістський струмінь яких (джет) спрямовано прямо на спостерігача. Коли таку галактику спостерігати під іншим кутом, вона виглядатиме як квазар або радіогалактика
* найпотужніші джерела радіовипромінювання у Всесвіті названо **квазарами** (квазізоряні радіоджерела). Квазари - це дуже компактні й активні ядра деяких галактик, де в малому об’ємі (з розміром в Сонячну систему) відбувається колосальне виділення енергії;
* світність квазарів у сотні разів більша від потужності найбільшої галактики з її сотнями мільярдів зір і перебувають вони на межі видимого Всесвіту (на відстанях, де не вдається побачити звичайну галактику);

Активні ядра галактик є важливим напрямком спостережних і теоретичних астрофізичних досліджень. Дослідження цієї області включають використання спостережних оглядів для пошуку активних ядер галактик у широкому діапазоні світностей і червоних зміщень, перевірку моделей космічної еволюції і росту чорних дір, вивчення фізики акреції на чорні діри і електромагнітного випромінювання активних ядер галактик, вивчення властивостей джетів і викидів речовини з активних ядер галактик, а також вивчення впливу акреції на чорну діру і квазарної активності на еволюцію галактики.

**VI. ПІДСУМОК УРОКУ**

**Поміркуємо**

**1.** Найближчу до Землі галактику можна спостерігати…

**2.** У переважної більшості галактик спектральні лінії зміщені в ділянку спектра…

**3.** Найближчою до нас галактикою у північній півсфері неба є…

**4.** Те, що наш Всесвіт розширюється, установив із спостережень…

**5.** В якому сузір'ї спостерігається найбільше скупчення галактик?

**6.** Чи існує центр розширення Всесвіту?

**7.** Які існують типи галактик у Всесвіті за зовнішнім виглядом?

**8.** Що визначає закон Габбла?

**9.** Що астрономи розуміють під терміном «галактичний канібалізм»?

**10.** Чим пояснюють велику яскравість ядер більшості галактик?

**11.** Який спостережний факт є підтвердженням розширення Всесвіту?

**12.** З якою характеристикою галактики пов’язане явище фіолетового зміщення ліній у її спектрі?

Рефлексія

* + - На уроці я зрозумів …
		- Сьогодні я навчився …
		- На уроці найцікавішим було …
		- На уроці мені було найважче …
		- Сьогодні на уроці я не зрозумів …
		- У мене виникло запитання …

**VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**

*Прочитати тема 7, пункт 1 (С. 99-102),*

*Контрольні запитання (1-5) С. 103*

Підготувати повідомлення, буклети, бюлетені, презентації на одну із тем:

* Галактичні світи
* Велика Стіна.
* Структура Всесвіту. Моделі Всесвіту
* Галактики з активними ядрами