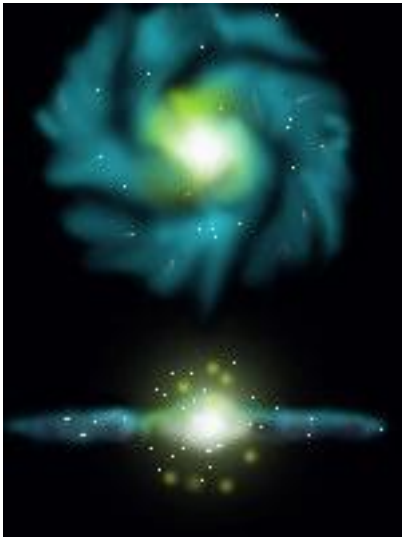


Різноманітність галактик

Деякі туманності, при вимірюванні швидкості їх руху з допомогою ефекту Доплера, виявлялися дуже несхожими на решту. Вони рухалися з швидкостями на порядок більшими, ніж всі типи туманностей. Одного разу, досліджуючи одну з них - Туманність Андромеди, Хаббл зміг її розділити на окремі зірки і довести, що вона є гігантським їх скупченням, що не поступається по масштабу Чумацькому шляху. Виявилось, що існують зоряні системи, подібні Галактиці! Тепер відомо, що вони віддалені на мільйони і мільярди світлових років, їх число вимірюється багатьма мільярдами, а різноманітність вражає розум. Такі туманності назвали галактиками. З маленької букви.

Отже, галактик дуже багато. Складаються вони з мільярдів зірок, газу, пилу. Але чи всі галактики однакові, питали себе і один одного астрономи? З'ясувалося, що це далеко не так. Крім того, що галактики бувають різні за розмірами, масою, вони ще і істотно відрізняються на вигляд. З цього і почнемо.

Галактики сильно різняться по своїх контурах. Настільки, що точної їх класифікації на сьогодні ще нема. Декілька десятиріч тому одна спроба створити її була зроблена Е. Хабблом, природно, для галактик, які він спостерігав. Так чи інакше, але описані Хабблом типи галактик є найпоширенішими серед тих, що попадаються нам у Всесвіті. Тому, опустивши відносно невелику частину галактик, що не вписуються в систему прославленого астронома, опишемо всі галактики, вважаючи, що охопимо значну їх частину. Як Ви побачите, система Хаббла вельми зручна.



Всі галактики діляться на три великі типи: еліптичні, спіральні і неправильні. Неправильні в значенні зовнішнього вигляду, звичайно.

До спіральних галактик відносяться як Чумацький Шлях, так і Туманність Андромеди, про які вже було сказано. Уявіть собі великий рій зірок у вигляді щільної кулі або еліпсоїда, від якого відходять декілька закручених навколо нього зоряних хвостів - спіральних рукавів. Всі зірки в такій галактиці обертаються навколо її центру (ядра) проти напрямку закручування такої спіралі. Іншими словами, спіральна галактика - своєрідний вихор із зірок.

Еліптичні галактики, в середньому, масивніше спіральних. А форма у них повністю відповідає назві: еліпсоїдна або сферична. Весь цей правильний об'єм заповнений зірками, густина населення яких до центру галактики зростає.

Неправильні галактики, в середньому, наймасивніші і до правильності контурів не обтяжують. Своєрідні, на вигляд, недороблені спіральні галактики, різноманітні неправильні або просто потворного або чарівного вигляду клаптики.

Класифікація типів галактик

Хаббл вважав, що галактики народжуються кулястими, потім вони всі витягуються, перетворювалися



на спіральні, а ті, у свою чергу, поступово переходили в неправильні. Тобто, Хаббл запропонував як би життєвий ланцюжок для галактик. Але ґрунтуючись на тому, що, по-перше, в еліптичних галактиках не спостерігається газопилових хмар, з яких би могли утворюватися молоді зірки, а по-друге, на тому, що у всіх трьох типах галактик є старі зірки, що теж не вписується у висловлену ідею, ми можемо говорити про неспроможність цієї теорії. Тепер камертон Хаббла використовують лише для опису зовнішнього вигляду зоряних систем, але ніяк для відображення їх життя.

Еліптичні галактики позначаються буквою E з деяким цифровим індексом, який рівний 0 у сферичних і 7 у самих витягнутих.

Спіральні галактики позначаються буквою S і мають буквенний індекс: a, b або c, залежно від ступеня закругленості спіральних гілок. Крім того, спіральні галактики діляться на нормальні і перетнуті (або "з баром"). У останніх спіральні гілки починаються не у ядра, а у кінців своерідної перемички проходять через ядро. В позначенні галактик з перемичкою до символу S додається ще і буква b (Sb або SB).



Неправильні галактики позначають скороченням від англійського варіанту цього поняття: Ir (Irregular). Вони теж діляться на два типи по своєму зоряному і газовому складу. У галактик типу IrII немає зоряних скупчень і великої кількості міжзоряного газу. Зате все це присутнє у галактик типу IrI. Перейдемо плавно і до складу інших галактик.

Склад галактик

Еліптичні галактики складаються із старих зірок. Багато в них білих карликів і червоних гігантів, "немолодих жовтих зірок". Ознак зіркоутворення в них не спостерігається, як і значної кількості міжзоряної речовини. Це клас галактик, до числа яких сьогодні відносять і найменші (~100 000 зірок) і найбільші (до трильйона і більш зірок).

Спіральні галактики містять багато міжзоряної матерії: пилу і газу. Все це скоплюється в спіральних рукавах, як і молоді голубі зірки. Тут же, в спіральних рукавах, йде бурхливий процес зіркоутворення. В ядрах спіральних галактик містяться старі зірки. Густина розміщення зірок там дуже висока, а міжзоряної речовини значно менше ніж в спіральних рукавах. Ядро оточує безліч кульових скупчень і окремих старих зірок, число яких при видаленні від центру швидко падає. Це так звана сферична складова спіральних галактик. Спіральні ж рукави і міжзоряні пил і газ відносяться до плоскої складової. Дійсно, при діаметрі нашої Галактики в 100 000 світлових років товщина площини спіральних рукавів складає всього близько 2 000. У спіральних галактик, повернених до нас боком, на фоні сйива зірок видна темна смуга - скупчення темних газопилових хмар.

Різні типи зірок в галактиках іноді називають зоряним населенням. Населенням першого типу (НІ) називають зірки спіральних рукавів або молоді зірки неправильних галактик. Ці зірки занурені в газ і пил, в яких йде зіркоутворення. До складу зірок і хмар вже входять більш важкі елементи, ніж водень і гелій. Зірки населення першого типу - це зірки другого покоління. Населенням другого типу

(HII) називають старі зірки, що складаються тільки з водню і гелію. Вони "проживають" в тих районах, де мало газу і пилу: в центральних частинах спіральних галактик, в кульових скупченнях, еліптичних галактиках.

Незвичайні галактики

Серед галактик є такі, які відрізняються від більшості зоряних систем. В одному або декількох діапазонах довжин хвиль вони випромінюють набагато більше енергію, чим це вважається звичайній галактиці. Такі незвичайні об'єкти називають активними галактиками. Залежно від варіанту прояву активності, активні галактики діляться на декілька типів.

Сейфертові галактики є спіральними. У них яскраве невелике ядро і часто ледве помітні спіральні рукави. Ці галактики сильно випромінюють в інфрачервоній області спектра.

Радіогалактиками називають зоряні системи, що випромінюють радіохвилі. Области радіовипромінювання в таких галактиках розташовані симетрично на протилежних їх околицях, вже за межами оптичного зображення.

Галактики з надзвичайно яскравими ядрами іноді називають N-галактиками, а галактики, ядра яких можуть міняти свою яскравість - блазарами.

На сто спіральних галактик доводиться одна сейфертова. Лише одна десятитисячна частка відсотка всіх зоряних систем - радіогалактики. Наша ж Галактика не є активною. Вже у котрий раз згадавши про неї, ми не можемо тепер не розказати про наш зоряний будинок детальніше.

Червоний зсув.

Едвін Хаббл в середині двадцятого сторіччя вивчав галактики, виміряв відстані до них (переважно, по цефеїдам), обчислював швидкість їх руху.

Виміряти швидкість зірки або галактики принципово нескладно. Це робиться шляхом вивчення спектру об'єкту, а точніше - положення темних ліній в спектрах. Положення ліній для нерухомого об'єкту відомі. Якщо об'єкт наближається до нас, то лінії зміщуються до синього кінця спектру, якщо віддаляється - до червоного. По величині цього зсуву (як то кажуть, синього або червоного) можна по нескладних формулах з урахуванням деяких погрішностей визначити швидкість видалення або наближення об'єкту, що світиться.

Хаббл, дослідивши безліч галактик, помітив цікаву особливість: **в середньому, чим далі від нас знаходиться галактика, тим швидше вона від нас віддаляється!** Він навіть встановив коефіцієнт пропорційності між швидкістю видалення галактик і відстанню до них:

$$v = HD.$$

Це співвідношення називають законом Хаббла.

Хоча встановлена їм величина (постійна Хаббла) і не була точною, сама ідея пропорційності між відстанню і червоним зсувом в спектрі галактики (читай, швидкістю видалення) виявилася правильною.

Чому ж галактики від нас віддаляються? Невже ми знаходимося в центрі Всесвіту? Ні. Пригадаємо про те, що Всесвіт розширяється (раз вже спостерігається видалення галактик від нас). В кулі (уявимо собі Всесвіт саме так, для простоти), що

розширяється, один від одного віддаляються будь-які дві навмання узяті крапки. Намалюйте на повітряній кульці декілька значків (галактик). Надувайте його. Помітьте, що віддаляються один від одного будь-які пари значків.

Для визначення відстаней до галактик важливо точно знати постійну Хаббла - величину, що зв'язує між собою швидкість видалення галактик і відстані до них. В точному визначенні постійній теж полягає задача наглядової астрономії. Космологічна значущість постійної Хаббла така, що величина, зворотна постійній Хаббла, задає вік Всесвіту. Для уточнення величини необхідне копітке зіставлення спостережуваних червоних зсувів в спектрах недалеких галактик з відстанями до них, певними іншими названими способами. А чи існує ще який-небудь спосіб вимірювання відстаней до далеких об'єктів? Виявляється, так.

Гравітаційні лінзи. Альберт Ейнштейн на початку 20-го століття виклав нову фізичну теорію (Загальну Теорію Відносності), яка, багато в чому, перевернула світогляд всього наукового світу. Одним з другорядних висновків цієї теорії полягає в тому, що гравітація може скривлювати хід світлового проміння. Якщо промінь світла (або фотони - носії світла) проходить недалеко від масивного небесного тіла, то траєкторія розповсюдження променя згинається у бік небесного тіла під впливом гравітаційного тяжіння. Тепер уявимо собі, що в просторі в одну лінію вишикувалися три небесні тіла: Земля, масивна галактика і далекий, але достатньо яскравий об'єкт. Спотворюючись в гравітаційному полі галактики світло від далекого об'єкту може так викривитися, що розходилися у всі сторони проміння може зібратися недалеко від Землі. У такому разі, при розгляді із Землі, навколо галактики повинне з'явитися кільце (кільце Ейнштейна) - спотворене зображення далекого об'єкту! Якщо Ви помітили, то проміння в такій системі поводить себе як в збираючій лінзі, тому саме явище назвали гравітаційною лінзою. За допомогою розроблених методів, в таких системах, шляхом рішення багато в чому лише геометричної задачі, вдається напряду визначити відстань до далекого об'єкту. На жаль, здійснення такої ситуації з трьома об'єктами, яка була нами описана, маловірогідне. Але ситуації, близькі до ідеальної, у багатьох випадках зустрічаються. Правда, замість кільця навколо масивної галактики часто видні лише три-чотири зображення далекого об'єкту або зображення у вигляді невеликої дуги, але суть від цього не міняється. Таким чином, учені не так давно отримали в свої руки новий інструмент для вимірювання відстаней, хоча у такий спосіб можна виміряти віддаленість лише одиничних небесних тіл, для яких відбувся такий рідкісний збіг. Зіставивши результати вимірювання з результатами, заснованими на певному червоному зсуві, можна точніше взнати величину постійної Хаббла. Дослідження в цій області в наші дні активно ведуться.

Дуже часто видаленими об'єктами, які потрапляють в полі зору гравітаційних лінз, є не так давно відкриті утворення - квазари, або квазізоряні (зіркоподібні) джерела. Вони дуже компактні: в телескопи і на знімках виглядають як зірки. Але їх великий червоний зсув говорить про те, що вони видалені від нас на мільярди світлових років. По яскравості своїй вони перевершують галактики. При таких малих розмірах, квазари випромінюють величезну кількість енергії, джерела якої не

ясні. Можливо, що квазари - видимі ядра галактик, в яких відбуваються процеси, що зароджуються, поки що не дуже піддаються поясненням. Можливо, квазар - слідство якоїсь катастрофи галактичного масштабу. Квазари знайдені тільки у віддалених від нас областях Всесвіту, отже, все, що відбувалося з ними, було можливо лише у далекому минулому, на ранніх стадіях утворення галактик.

Галактики, що є джерелами радіовипромінювання, називаються радіогалактиками. В них відбуваються бурхливі процеси, які супроводжуються викидами речовини. На більших віддальх (до 12 млрд. світлових років) спостерігаються зореподібні радіоджерела – квазари. Потужністю випромінювання вони перевершують найбільші за розміром Галактики. За хімічним складом квазари дуже близькі до газових туманностей. В них значний надлишок ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання порівняно зі звичайними зорями.

! ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ

1. Та частина Всесвіту, який ми можемо сьогодні спостерігати прийнято називати Метагалактикою. Залежно від розмірів Всесвіту, Метагалактика може виявитися або майже всього Всесвіту, або її частиною, можливо дуже малій.

2. Всі галактики діляться на три великі типи: еліптичні, спіральні і неправильні. Наша Галактика належить до спіральних.

3. Закон Хаббла: **чим далі від нас знаходиться галактика, тим швидше вона від нас**

$$v = HD \text{ віддаляється..}$$

4. Виміряти швидкість зірки або галактики принципово нескладно. Це робиться шляхом вивчення спектру об'єкту, а точніше - положення темних ліній в спектрах. Положення ліній для нерухомого об'єкту відомі. Якщо об'єкт наближається до нас, то лінії зміщуються до синього кінця спектру, якщо віддаляється - до червоного. По величині цього зсуву (як то кажуть, синього або червоного) можна по нескладних формулах з урахуванням деяких погрешностей визначити швидкість видалення або наближення об'єкту, що світиться.