

**Презентація на тему:**

**Звичайні зорі. Подвійні зорі.  
Фізично змінні зорі.**

# Зорі. Еволюція зір.



**1** Звичайні зорі. Еволюція зір.

**2** Подвійні зорі.

**3** Фізично змінні зорі.

**4** Нейтронні зорі. Чорні дірки.

# Звичайні зорі.

- Зорі, також Зірки - велетенські розжарені, самосвітні небесні тіла, у надрах яких відбуваються (відбувались) термоядерні реакції. Сонце - одна із зірок, причому середня за своїми розмірами і світністю. За своїми характеристиками зорі різноманітні. Розрізняють зорі: велетні і карлики, одинокі, подвійні і кратні, затемнено-кратні, змінні зорі і нові.

# Звичайні зорі. Еволюція зір.

- Наразі досить розвиненою та найбільш ймовірною є наступна теорія еволюції зір:
- За деяких умов (їх можна назвати кілька) конденсується хмара міжзоряного космічного пилу. За досить невеликий проміжок часу, під дією сили всесвітнього тяжіння з цієї хмари утворюється порівняно густа непрозора газова куля. Цю кулю не можна назвати зіркою, оскільки температура в її ядрі не достатньо висока, щоб почалися термоядерні реакції. Тиск газу всередині кулі не достатній щоб урівноважити силу тяжіння, тому куля під дією сили тяжіння продовжує стискатися. На цьому етапі зірку називають «протозорею».

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

- В загальному випадку формується не одна така протозірка, а кілька, і в майбутньому група стає зоряним скупченням. Також навколо протозорі утворюються менші згустки, котрі потім стають планетами. У міру стискання протозорі її зовнішня і внутрішня температури зростають до моменту, коли температура і тиск у ядрі зроблять можливими реакції термоядерного синтезу. Тільки після цього протозоря стає зіркою.

# Звичайні зорі. Еволюція зір.



- Цю початкову стадію еволюції зорі проходять залежно від їх маси: якщо маса більша, ніж маса Сонця, то етап триватиме кілька мільйонів років, якщо маса менша — до кількох сот мільйонів років.

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

- Наступний етап зорі — спалювання запасів водню (точніше — перетворення його на гелій). Залежно від маси зорі він буде тривати від кількох мільйонів років для зірок з масами в десятки разів більшими ніж маса Сонця до 10-15 мільярдів років для зірок з масою близькою до маси Сонця. Це повільний процес, на який припадає більшість часу існування зорі. У цей час зоря перебуває на т.зв. головній послідовності діаграми Герцшпрунга-Рассела.

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

- Після того як водень у ядрі здебільшого «вигорить», термоядерні реакції перестають виробляти достатню кількість енергії для того, щоб підтримувати сталий, потрібний для урівноваження сил гравітації, тиск. Внаслідок падіння тиску зоря знову починає стискатися, поки ядро знову не розігріється до температури, за якої починається вже інша термоядерна реакція — гелій перетворюється на вуглець



## Звичайні зорі. Еволюція зір.



- Ядерні реакції гелій-вуглецевого циклу характеризуються набагато більшою швидкістю та, відповідно, виділенням енергії. Світність зорі зростає у десятки раз, вона розширюється («розпухає»), пересуваючись на діаграмі Герцшпрунга-Рассела вправо, до області гігантів. Коли ж закінчиться і гелій, зорі просто «скидають» частину своєї маси (так формуються планетарні туманності) і тут все залежить від маси зорі.

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

- Від зорі, маса якої після скидання оболонки не перевищує 1.2 маси Сонця через кілька десятків тисяч років залишиться тільки дуже гаряча і густа зоря яку називають білим карликом. Поступово вона охолоджується і перетворюється на чорного карлика — мертву, холодну зірку.

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

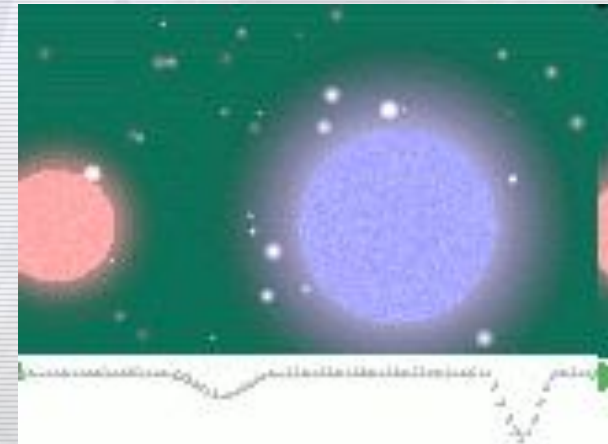
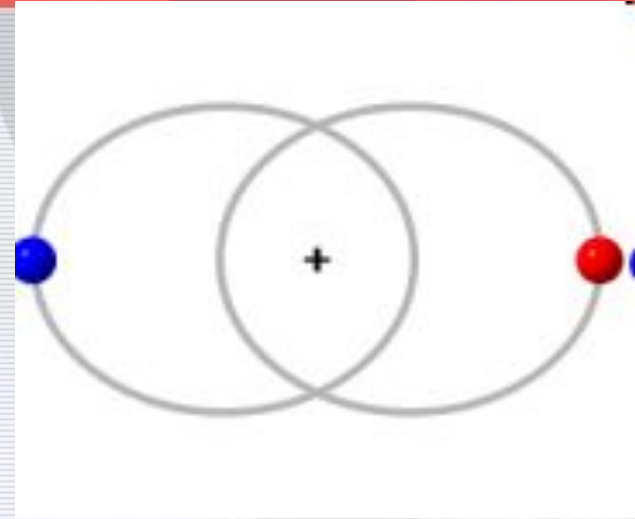
- Зорі з масою від 1.2 до 1.6 мас Сонця після скидання оболонки стискаються до розмірів порядку 10 кілометрів і називаються нейтронними, бо при такій густині вільні електрони ніби «вдавлюються» в протони. У міру стискання такі зорі сильно розкручуються і починають випромінювати радіохвилі з певною досить стабільною частотою. Саме так і були виявлені реально існуючі нейтронні зорі у 1967 році.

## Звичайні зорі. Еволюція зір.

- Зоря, маса якої після скидання оболонки більше ніж 1,6 маси Сонця, починає сильно стискатися, і тому що при даній масі внутрішній тиск «виродженого» газу, з якого складається зірка, не може урівноважити гравітаційну силу зоря стискається до точкових розмірів. Така зоря називається чорною діркою. Її гравітація настільки велика, що навіть фотони не можуть її подолати, тому ніякими методами окрім гравітаційних зафіксувати таку зірку неможливо.

# Подвійні зорі.

- Подвійна зоря — система з двох гравітаційно пов'язаних зір, які звертаються навколо спільного центру мас по екліптичних орбітах. Інколи трапляються системи із трьох і більше зірок; у тому загальному разі система називається кратною зіркою.



# Подвійні зорі.

- Подвійні зорі, які можна побачити окремо, називають видимими подвійними чи візуально-подвійними.
- Компоненти більшості подвійних систем занадто близькі одна до одної або ж занадто віддалені від Сонячної системи, через що їх неможливо розрізнити навіть за допомогою найпотужніших телескопів. В цьому випадку їхню подвійність можливо виявити за деякими іншими ознаками:

# Подвійні зорі.

## Затемнювано-подвійні зорі

Спостерігаються завдяки коливаннями блиску, створеними періодичними затьмареннями однієї зірки іншою, це відбувається в тих рідкісних випадках, коли Земля перебуває в одній площині із орбітами зірок. Внаслідок чого відбувається періодичне поперемінне затемнення одним компонентом іншого та навпаки. Відповідно спостерігається два зниження яскравості протягом одного циклу. Менше зниження, коли яскравіша зоря закриває від нас більш тьмяну і сильніше падіння видимої зоряної величини, коли відбувається навпаки.

# Подвійні зорі.



## Спектрально-подвійні зорі

- Спостерігаються завдяки періодичним зсувам спектральних ліній.
- Якщо подвійна зірка має достатньо значний власний рух, то можна спостерігати періодичні відхилення траєкторії руху головного компоненту на небесній сфері від прямої лінії.





# Подвійні зорі.

## Оптично подвійні зорі.

- Іноді буває, що дві фізично не пов'язані між собою зірки випадково проєктуються на дуже близькі одна до одної точки небесної сфери. Такі зірки називаються оптично подвійними — на протипагу «істинним», фізично подвійним. Класичним прикладом таких зірок є Міцар і Алькор у сузір'ї (Великої Медведиці).

# Фізично змінні зорі.

- Змінні зорі — зорі, у яких спостерігається зміна блиску. Взагалі блиск будь-якої зірки тією чи іншою мірою змінюється із часом. Змінними називають зорі, у яких зміна блиску була надійно зафіксована на досягнутому рівні техніки спостереження. Для віднесення зірки до змінних достатньо, щоб її блиск зазнав змін хоча б одного разу.

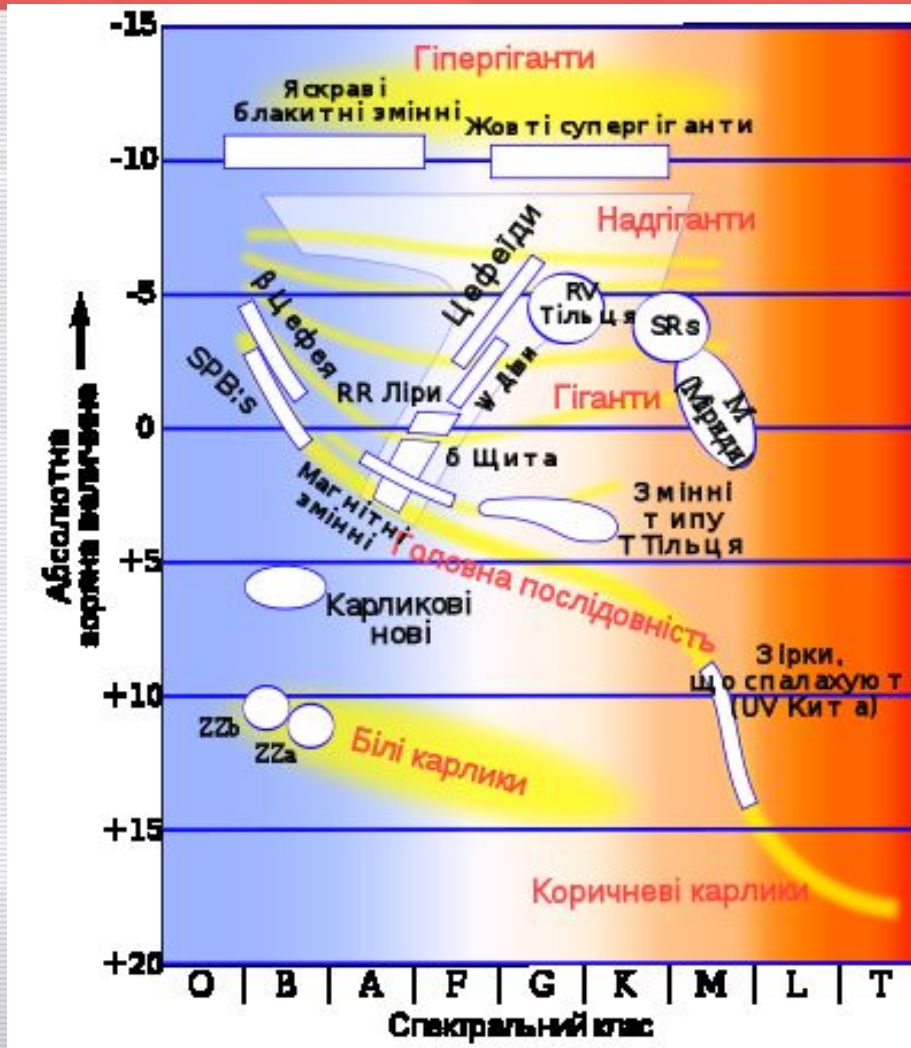
# Фізично змінні зорі.

- Молода зірка T Tauri — прототип змінної



# Фізично змінні зорі.

- Розташування деяких типів змінних зір на діаграмі Герцшпрунга-Рассела



# Фізично змінні зорі.

Відповідно до класифікації, запропонованої 1969 року, змінні зорі поділяються на три великих класи:

- пульсуючі — характеризуються повільними і безперервними змінами блиску;
- затемнені — являють собою систему з двох (іноді трьох або більше) зірок, що обертаються довкола одного центру мас.
- еруптивні — зірки, що змінюють блиск нерегулярно (або лише одного разу);

Кожен клас у свою чергу поділяється на типи, в окремих випадках виділено підтипи.

# Нейтронні зорі.

- Нейтронна зоря — космічний об'єкт. Зоря на певному етапі своєї еволюції. Густина даного об'єкта, згідно із сучасними астрофізичними теоріями, співмірна з густиною атомного ядра.



# Нейтронні зорі.

- В залежності від маси зорі, після вигорання більшої частини водню, відбуваються три сценарії її дальшої еволюції. Якщо маса зірки з головної послідовності є менша від трьох мас сонця, то після зходу з головної послідовності, зоря перетворюється на білий карлик. При масі 3-8 мас сонця — зоря перетворюється на нейтронну зірку. Якщо маса більша від восьми мас сонця, то вона колапсує до чорної діри

# Нейтронні зорі.

- Водень, що є основним складником зірки, вигорає під час термоядерної реакції, у результаті чого утворюється гелій. У центрі зірки поступово утворюється гелієве ядро, маса якого постійно зростає. Зірка зберігає свій об'єм завдяки тиску який створює випромінювання утворене у результаті ядерного синтезу. Променевий тиск зрівноважує гравітаційну силу, і протидіє гравітаційному стисканню зорі.



# Нейтронні зорі.

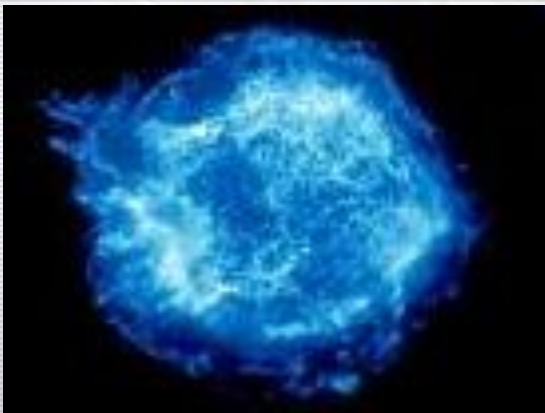
- Однак зі зменшенням водню, зменшується потужність термоядерної реакції і потужність променевого тиску зменшується. Може наступити момент коли променевий тиск стане меншим від гравітаційної сили компактного гелієвого ядра. У цей момент починається гравітаційний колапс. Центральна частина зірки стискається, а зовнішня частина розширюється (щоб зберігався повний імпульс системи).

# Нейтронні зорі.

- Розширення супроводжується потужним світловим випромінюванням (наднова зоря). Центральна частина стискається до тих пір, доки густина речовини не стане рівна густині атомного ядра. Електрони втискаються в атомні ядра, і об'єкт, що утворюється, називають нейтронною зіркою, оскільки її речовина складається з електронейтральних нейтронів.

# Нейтронні зорі.

- Оскільки розмір нейтронної зірки складає лише 10-20 км, то вона має низьку світність. Безпосередньо спостерігати саму нейтронну зірку важко. Спостереження ведуться опосередковано, через ті ефекти які спричинюють особливості нейтронної зірки.

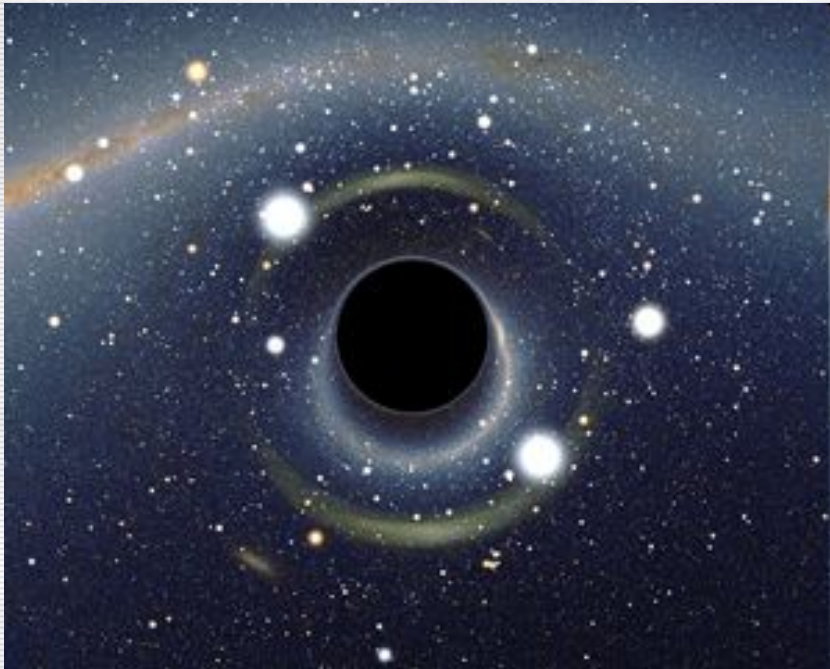


Модель  
нейтронної зорі

# Нейтронні зорі.

- Якщо нейтронна зоря має сильне магнітне поле, то речовина з акреційного диску випадає в областях магнітних полюсів. Кінетична енергія випадаючої речовини переходить у електромагнітне випромінювання. Нейтронна зоря швидко обертається — це результат збереження моменту кількості руху під час гравітаційного стискання зірки. Обертання призводить до появи пульсара — спостерігається астрономічний об'єкт, що випромінює у імпульсному режимі. Оскільки нейтронна зоря має розміри десятків кілометрів, то частота пульсації пульсара є порядку секунд, або навіть долі секунд.

# Чорні дірки.



- Чорні діри – астрофізичні об'єкти, які створюють настільки велику силу тяжіння, що жодні частинки не можуть відірватися з їхньої поверхні. Пошуки чорних дір у Всесвіті – одне з актуальних завдань астрофізики

# Чорні дірки.

- Припускають, що чорні діри можуть бути невидимими компонентами деяких подвійних систем. Виявити їх при цьому можна по рентгенівському випромінюванню, яке виникає внаслідок перетікання газу до чорної дірки з сусідньої (звичайної) зірки. Припускають також, що в ядрах активних Галактик і квазарах можуть бути надмасивні чорні діри.

# Чорні дірки.

Сам термін був придуманий Джоном Арчибальдом Вілером в кінці 1967 року і вперше застосований в публічній лекції "Наш Всесвіт: відоме і невідоме" 29 грудня 1967 року.



# Чорні дірки.

- В 1930-х при побудові теорії еволюції зір було показано, що зорі з масою понад 3 маси Сонця на кінцевій стадії своєї еволюції неодмінно повинні колапсувати (стискатися) до гравітаційного радіуса. В 1967 Джон Вілер назвав такі колапсари "чорними дірами".



# Чорні дірки.

- В 1960-х були відкриті галактики з активними ядрами — квазари, радіогалактики та інші. Для пояснення їхнього випромінювання була побудована модель акреції (падіння) речовини на гігантську (розміром більше мільйона кілометрів) чорну діру в центрі галактики.

# Чорні дірки.

- В 1970-х Стівен Хокінг теоретично передбачив квантове випромінювання мікроскопічних чорних дірок (розміром менших за атомне ядро). Такі чорні діри могли утворитися в момент Великого Вибуху і залишитися до наших днів. Первинні чорні діри спостерігати неможливо, тому вони залишаються гіпотетичними.

# Чорні дірки.

- У 2000-х роках встановлено, що в центрі практично кожної галактики розташована чорна дірка, а також ту особливу роль, яку відіграють чорні дірки в утворенні галактик



# Чорні дірки.

- Чорна діра може мати три фізичні параметри: масу, електричний заряд і момент імпульсу.
- В надрах чорної діри кривина сили гравітації сягає нескінченності в області, яка називається сингулярністю. Для чорних дір які не обертаються сингулярність має форму точки. Сингулярність чорної діри, яка обертається, має форму кільця.

# Чорні дірки.

- Перша чорна діра була відкрита в 1967 в сузір'ї Лебедя. До 2004 р. рентгенівський космічний телескоп RXTE достовірно виявив 15 чорних дір в подвійних зоряних системах в нашій галактиці.
- Маса гігантських чорних дір визначають по швидкостях зір в ядрах галактик. На 2004 р. таким чином визначені маси центральних чорних дір в 30 галактиках, в тому числі і в нашій.

## Механізми утворення чорних дір проміжних мас:

- 1) Утворення чорної діри під час Великого вибуху у ранньому всесвіті. Під час Великого вибуху могли утворитися первинні чорні діри будь-яких мас, у тому числі і багато тисяч мас сонця.
- 2) Залишки зірок третього типу населення. Зорі третього типу населення - це перші зорі у всесвіті, які виникли у перші сотні мільйонів років його існування. Вони мали великі маси що могло призвести до утворення досить масивних чорних дір.

## Механізми утворення чорних дір проміжних мас:

- 3) Зіткнення зірок і чорних дір у кулястому зоряному скупченні. Також чорні діри проміжних мас можуть існувати у ядрах галактик. При утворенні галактики речовина колапсує і в її центрі можуть утворюватися чорні діри проміжних мас, з яких з часом утворюється гігантська надмасивна чорна діра.

# Місце чорних дір проміжних мас:

- 1) Утворення надмасивних чорних дір у ядрах галактик.
- 2) Чорні діри проміжних мас можуть бути джерелами гравітаційних хвиль. Якщо будуть зареєстровані гравітаційні хвилі, то за допомогою них можна буде безпосередньо відкрити чорні діри проміжних мас.

