

Види зір. Планетні системи інших зір

1. Подвійні Зорі.

Вивчаючи зоряне небо, вчені помітили, що є багато зір, розташованих близько одна від одної, або утворюють складні системи.

Їх поділяють на:

Оптично подвійні зорі - зорі, які рознесені у просторі на великі відстані і лише проєктуються на близькі точки небесної сфери. Класичним прикладом таких зірок є Міцар і Алькор у сузір'ї Великої Медведиці.

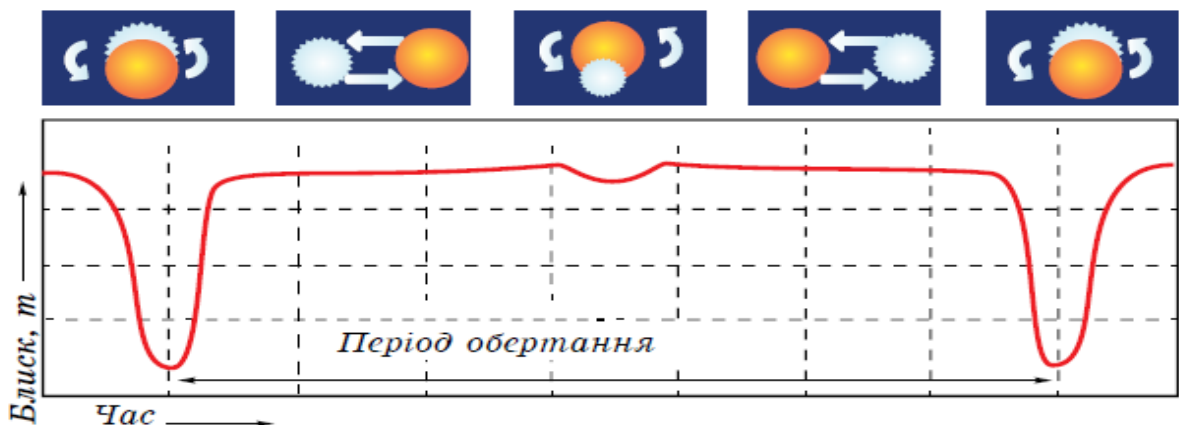
Фізично-подвійні - системи зір, які під дією сил взаємного тяжіння обертаються навколо спільного центра мас. Для цих зірок вдається визначити зміну з часом позиційного кута й оцінити період обертання. Такими зірками є Міцар, Сиріус, α Гончих Псів (серце Карла), що складаються з компонентів А і В, що легко розрізняються в звичайний телескоп.

Кратні - системи зір, які під дією сил взаємного тяжіння обертаються навколо спільного центра мас і налічують від трьох до десяти компонентів. Такою зіркою є Кастор, що складається з 6 компонентів, Глізе 667 – з 3 компонентів та ін.

Зоряні скупчення - кратні системи, які налічують більше десяти зоряних компонентів. Якщо компоненти кратної зорі видно в телескоп нарізно, її називають *візуально кратною зорею*.

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.

• **Затемнювано-подвійні або затемнювано-змінні** - Це спостерігається для таких систем, для яких Земля перебуває у площині їх взаємного руху або недалеко від неї. Прикладом такої системи є зорі типу Алголя (β Персея, з араб, - "диявольська"). Залежність зоряної величини такої системи відображено на малюнку. зорі, видима величина яких ритмічно змінюється внаслідок затемнення одного компонента іншим



Спектрально-подвійні зорі - зорі, подвійність яких можна встановити за допо-

могою спектральних спостережень.

Якщо об'єкт випромінювань віддаляється від спостерігача, лінії у спектрі зміщуються в область червоної ділянки, при наближенні - в область фіолетової ділянки (ефект Доплера-Фізо). Періодичне ж роздвоєння ліній у спектрі відносно середнього положення внаслідок різних напрямів руху об'єктів вздовж променя зору спостерігача свідчить про обертання об'єктів навколо спільного центра мас. Таким методом, який називається методом променевих швидкостей, можна визначати наявність у системі невидимих супутників, до яких належать і планети.

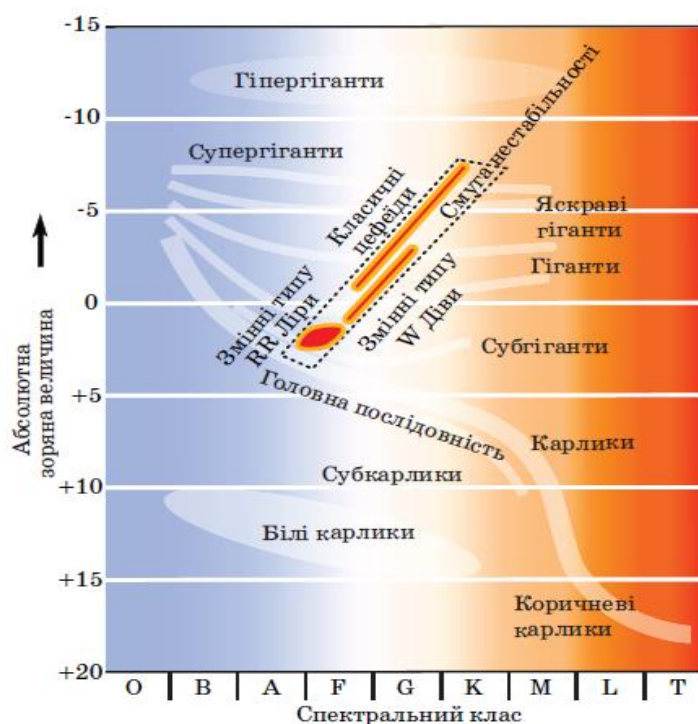
Тісні подвійні системи - пари зір, відстані між якими співмірні з їх розмірами. Внаслідок припливних ефектів поверхні зір набувають еліпсоїдної форми, а іноді й дотикаються. Як правило, починається перехід речовини з однієї зорі на іншу. Ця речовина утворює навколо неї широкий диск, зоря розширюється, поступово перетворюючись у червоний гігант. Пізніше речовина у диску гальмується, нагрівається, світиться і зрештою осідає на поверхню "сусідки".

2. Фізично змінні зорі.

Фізично-змінні зорі - зорі, зміна блиску яких зумовлена процесами, що відбуваються у їх надрах.

Перші дев'ять змінних зір у кожному із сузір'їв позначають літерами латинського алфавіту від R до Z і додають назву сузір'я, наприклад T Тельця. Зорі, відкриті пізніше, позначають двома літерами того самого алфавіту (від RR до QZ). За такою схемою позначають 334 зорі в кожному сузір'ї. Наступні відкриті змінні зорі позначають літерою V і додають номер та назву сузір'я, наприклад V335 Лебеда. Залежно від процесів, що відбуваються всередині зорі фізично-змінні зорі поділяють на пульсуючі та еруптивні (нові та наднові зорі).

Пульсуючі змінні зорі - зорі, протяжні атмосфери яких здатні нагромаджувати енергію, що йде з глибин зорі, а потім віддавати її. Зоря періодично стискується, розігріваючись, і розширюється, охолоджуючись. Тому енергія то поглинається атмосфе-



Розташування деяких типів змінних зір на діаграмі Герцшпрунга-Рассела

рою, то виділяється. Внаслідок цього світність цих зір змінюється у кілька разів з періодом від кількох до сотень діб (класичні або довгоперіодичні) та від години до доби (короткоперіодичні). Найвідоміші серед пульсуючих зір є цефеїди, які отримали назву від однієї з найтипівіших їх представників - зорі δ Цефея, зорі типу *RR* Ліри — *ліриди*, зорі типу *W* Діви — *віргініди*.

Аналіз показав, що пульсувати можуть тільки зорі-гіганти і надгіганти класів F і G з великими світностями, внаслідок чого їх можна спостерігати далеко за межами нашої Галактики. Цефеїди, ліриди та віргініди - це свого роду “маяки” Всесвіту.

Тривалий час усі ці групи об’єднували під назвою цефеїди. Проте і раніше їх поділяли на довгоперіодичні (або класичні цефеїди, прототип — зоря δ Цефея) і короткоперіодичні (прототип — зоря *RR* Ліри). Виділення окремих типів — лірид і віргінід — супроводжувалося змінами в наукових уявленнях щодо масштабів галактики і галактичного світу в цілому.

Нові зорі - фізично змінні зорі, блиск яких за кілька діб зростає у тисячі, а то й мільйони разів, після чого повільно, роками зменшується до початкового значення. Згодом на місці нової залишається карликова зоря з оболонкою, яка розширюється зі швидкістю понад 1000 км/с.

З’ясовано, що всі нові зорі - це компоненти тісних подвійних систем, виникнення спалахів яких пов’язане з особливостями обміну речовини. Осідаючи на поверхні “сусідки”, речовина із диска збільшує масу і температуру, що може призвести до виникнення термоядерних реакцій у поверхневому шарі і раптового вибуху зорі.

Наднові зорі-фізично змінні зорі, блиск яких зростає за кілька діб ще більше, ніж у нових. Зоря спалахує внаслідок колапсу свого масивного ядра. Відбувається це так. На різних етапах життя масивної зорі в її ядрі проходять термоядерні реакції, під час яких спочатку водень перетворюється на гелій, потім гелій на вуглець і т. д. до утворення ядер елементів групи заліза (Fe, Ni, Co). Поступово зоря ще більше «розшаровується» /

Ядерні реакції з утворенням ще більш важких хімічних елементів відбуваються з поглинанням енергії, тому зоря починає охолоджуватися й стискатися. Внутрішні шари немов обвалюються до центра зорі; виникає ударна хвиля, що рухається назад від центра зорі, унаслідок чого зовнішні шари зорі викидаються з величезною швидкістю. У результаті катастрофічної зміни структури зорі відбувається спалах наднової. Під час вибуху звільняється енергія приблизно 10^{46} Дж. Таку енергію наше Сонце здатне випромінювати мільярди років. Від величезної зорі залишаються тільки газова оболонка, що розширюється з великою швидкістю (від 5000 до 20000 км/с) і спостерігаються у вигляді газо-пилової туманності (прикладом є Крабовидна туманність у сузір’ї Тельця). Ця оболонка у подальшому слугує матеріалом для утворення зір другого покоління. Є думка про те, що Сонце і Сонячна система утворилися в околицях такої газопилової туманності.

3. Планетні системи інших зір

Наша планетна система — це чотири кам'янисті планети (одна з них Земля) у внутрішній частині Сонячної системи і чотири газові планети у зовнішній.

Чи існують планети навколо інших зір?

Спостерігаючи за іншими зорями, досліджуючи їх спектри, астрономи із Женевського університету в грудні 1995 р. виявили в зорі 51 у сузір'ї Пегаса, супутник масою в половину маси Юпітера. Так і було відкрито першу планету поза межами Сонячної системи, вони отримали назву екзопланет.

Екзопланета (від грец. есо - «поза», «зовні»), або позасонячна планета, — планета, що обертається навколо зорі, тобто за межами нашої Сонячної системи.

Планети надзвичайно малі й тьмяні порівняно із зорями, а самі зорі перебувають у край далеко від Сонця (найближча - на відстані 4,22 св. року). Тому спостерігати їх візуально, навіть у найпотужніші телескопи неможливо.

А як тоді відкривати нові планети або планетні системи?

Для їх виявлення використовують різні непрямі методики: астрометричний, метод перехідної фотометрії, спектрометричне визначення радіальної швидкості зорі, гравітаційне мікролінзування як з поверхні Землі, так і з космічних обсерваторій. Цими методами у наш час астрономами відкрито понад 800 екзопланет. Для їх пошуку астрономи за останнє десятиліття обстежили понад 3000 зір, біля деяких зір знайдено по 2, 3 і навіть 4, 5 планет.

Найбільш відому на сьогодні планетну систему (не враховуючи Сонячну систему) має зоря HD 10180. Навколо неї обертаються сім планет, зоря віддалена від нас на відстань 127 св. років і розташовується у сузір'ї Південної Гідри. Достовірно відомо про п'ять планет, а для доведення присутності ще двох планет потрібні додаткові спостереження.

Головний напрямок пошуку екзопланет — це пошук планет земного типу. На вирішення цієї задачі спрямовані різні космічні проекти. Серед відомих можна назвати проекти KEPLER (NASA) — космічний телескоп Шмідта, здатний одночасно відслідковувати 100 тис. зір; COROT (ESA) спеціалізований 30-см космічний телескоп, здатний відкривати планети земного типу. Сучасні астрономи вважають, що відкриття подібних до Землі планет є актуальним науковим питанням, вирішення якого може бути досягнуто в недалекому майбутньому.

Корисні посилання:

1. [Астрономія: підруч. для 11 класу \(рівень стандарту\) В.Д. Сиротюк, Ю.Б. Мирошніченко](#)
2. [Перевір себе. Еволюція зір \(інтерактивна вправа\)](#)
3. [Перевір себе. Фізично-змінні зорі.\(інтерактивна вправа\)](#)

Додаткові відео з теми:

1. [ПОДВІЙНІ ЗОРІ. МАСА ЗІР. ПЛАНЕТНІ СИСТЕМИ ІНШИХ ЗІР \(відео\)](#)
2. [ESOcast 60- Екзопланети в поляризованому світлі \(відео\)](#)

3. [NASA - Що таке нейтронна зірка\(відео\)](#)
4. [TESS продовжує відкривати екзопланети\(відео\)](#)
5. [Наднава, яка допомогла виміряти Всесвіт\(відео\)](#)
6. [Екзопланета по сусідству \(Проксима b\) \(відео\)](#)
7. [Європейські астрономи знайшли планету, яка за своїми кліматичними умовами дуже нагадує Землю \(відео\)](#)