

Зірка починає своє життя як холодна розріджена хмара міжзоряного газу, що стискається під дією власного тяжіння. При стисненні енергія гравітації переходить в тепло, і температура газової глобули зростає. В минулому сторіччі взагалі вважали, що енергії, що виділяється при стисненні зірки, достатньо для підтримки її світимості, але геологічні дані прийшли в суперечність з цією гіпотезою: вік Землі виявився значно більше того часу, протягом якого Сонце могло б підтримувати своє випромінювання за рахунок стиснення (біля 30 млн. років).

Стиснення зірки приводить до підвищення температури в її ядрі; коли вона досягає декількох мільйонів градусів, починаються термоядерні реакції, і стиснення припиняється. В такому стані зірка перебуває велику частину свого життя, знаходячись на головній послідовності діаграми Герцшпрунга – Рессела, поки не закінчатся запаси палива в її ядрі. Коли в центрі зірки весь водень перетвориться на гелій, термоядерне горіння водню продовжується на периферії гелієвого ядра.

В цей період структура зірки починає помітно мінятися. Її світимість росте, зовнішні шари розширюються, а температура поверхні знижується – зірка стає червоним гігантом. На гілці гігантів зірка проводить значно менше часу, ніж на головній послідовності. Коли маса її ізотермічного гелієвого ядра стає значною, воно не витримує власної ваги і починає стискатися; зростаюча при цьому температура стимулює термоядерне перетворення гелію в більш важкі елементи.

Білі карлики і нейтронні зірки. Незабаром після гелієвого спалаху «спалахують» вуглець і кисень; кожна з цих подій викликає сильну перебудову зірки і її швидке переміщення по діаграмі Герцшпрунга – Рессела. Розмір атмосфери зірки збільшується ще більше, і вона починає інтенсивно втрачати газ у вигляді потоків зоряного вітру, що розлітаються. Доля центральної частини зірки повністю залежить від її початкової маси: ядро зірки може закінчити свою еволюцію як білий карлик, нейтронна зірка (пульсар) або чорна діра.

Переважає більшість зірок, і Сонце у тому числі, закінчують еволюцію, стискаючись до тих пір, поки тиск вироджених електронів не зрівноважить гравітацію. В цьому стані, коли розмір зірки зменшується в сотню раз, а густина стає в мільйон раз вище за густину води, зірку називають білим карликом. Вона позбавлена джерел енергії і, поступово остигаючи, стає темною і невидимою.

У зірок більш масивних, ніж Сонце, тиск вироджених електронів не може стримати стиснення ядра, і воно продовжується до тих пір, поки більшість частинок не перетвориться на нейтрони, упаковані так щільно, що розмір зірки вимірюється кілометрами, а густина в 100 млн. раз перевищує густину води. Такий об'єкт називають нейтронною зіркою; його рівновага підтримується тиском виродженої нейтронної речовини.

Чорні діри. У зірок більш масивних, ніж попередники нейтронних зірок, ядра випробовують повний гравітаційний колапс. У міру стиснення такого об'єкту сила тяжіння на його поверхні зростає настільки, що ніякі частинки і навіть світло не можуть її покинути, – об'єкт стає невидимим. В його околиці істотно змінюються властивості простору-часу; їх може описати тільки загальна теорія відносності. Такі об'єкти називають чорними дірами.

Якщо попередник чорної діри був членом затемнено- подвійної системи, то і чорна діра продовжуватиме обертатися навколо сусідньої нормальної зірки. Про цьому газ з атмосфери зірки може потрапляти в околицю чорної діри і падати на неї. Але перш ніж зникнути в області невидимості (під горизонтом подій), він розігріється до високої температури і стане джерелом рентгенівського випромінювання, яке можна спостерігати за допомогою спеціальних телескопів. Коли нормальна зірка затуляє чорну діру, рентгенівське випромінювання повинне пропадати.

Кілька затемнено подвійних з рентгенівськими джерелами вже знайдено; в них підозрюють наявність чорних дір. Приклад такої системи – об'єкт Лебідь X-1. Спектральний аналіз показав, що орбітальний період цієї системи 5,6 діб, і з таким же періодом відбуваються рентгенівські затемнення. Майже немає сумнівів, що там знаходиться чорна діра.

Тривалість еволюції зірок. Якщо відвернутися від деяких катастрофічних епізодів в житті зірок, то людське життя дуже коротке, щоб помітити еволюційні зміни кожної конкретної зірки. Тому про еволюцію зірок судять так само, як про зростання дерев в лісі, тобто одночасно спостерігаючи безліч екземплярів, що знаходяться в даний момент на різних стадіях еволюції.

Швидкість і картина еволюції зірки майже повністю визначаються її масою; деякий вплив надає і хімічний склад. Зірка може бути фізично молодого, але вже еволюційно постарілої в такому ж значенні, як місячне мишеня старше за однорічне слоненя. Річ у тому, що інтенсивність виділення енергії (світимість) зірок дуже швидко зростає із зростанням їх маси. Тому більш масивні зірки набагато швидше спалюють своє пальне, ніж маломасивні.

Яскраві масивні зірки верхньої частини головної послідовності (спектральні класи O, B і A) живуть значно менше ніж зірки типу Сонця і ще менш масивні члени нижньої частини головної послідовності. Тому зірки класів O, B і A, що народилися одночасно з Сонцем, вже давно закінчили свою еволюцію, а ті, що спостерігаються зараз (наприклад, в сузір'ї Оріона), повинні були народитися відносно недавно.

В околиці Сонця зустрічаються зірки різного фізичного і еволюційного віку. Проте в кожному зоряному скупченні всі його члени мають практично однаковий фізичний вік. Вивчаючи наймолодші скупчення з віком біля 1 млн. років, ми бачимо всі його зірки на головній послідовності, а деякі ще тільки тими, що наближаються до неї. В старіших скупченнях найяскравіші зірки вже покинули головну послідовність і стали червоними гігантами. У найстаріших скупчень залишилася лише нижня частина головної послідовності, та зате багато населена зірками гілка гігантів і наступна за нею горизонтальна гілка.

Якщо порівняти між собою діаграми Герцшпрунга – Рессела різних розсіяних скупчень, то можна легко зрозуміти, яке з них старше. Про це судять по положенню точки обриву головної послідовності, що відзначає вершину її нижньої частини, що збереглася. У подвійного скупчення з Персея ця точка лежить значно вище, ніж у скупчень Плеяди і Гіади, отже, воно набагато молодше їх.

Діаграми Герцшпрунга – Рессела кульових скупчень указують на їх дуже великий вік, близький до віку самої Галактики. Ці скупчення складаються із зірок, що сформувалися в ту далеку епоху, коли речовина Галактики майже не містила важких елементів. Тому їх еволюція протікає не зовсім так, як у сучасних зірок, хоча в цілому відповідає їй.

На закінчення вкажемо, що вік Сонця близько 5 млрд. років, і в даний час воно знаходиться в середині свого еволюційного шляху. Але якби початкова маса Сонця була всього удвічі вище, то його еволюція вже давно закінчилася б, і життя на Землі так і не встигло б досягти своєї вершини в образі людини.