

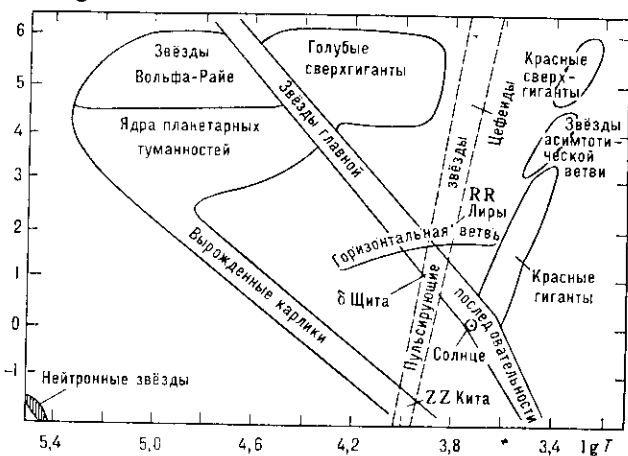
3. в галактиках имело макс. скорость в начале их существования. В сфероидальных и эллиптич. галактиках процесс 3. в связи с истощением газа практически прекратился, в то время как в спиральных и неправильных галактиках, содержащих значит. кол-во межзвёздного газа, 3. продолжается и сейчас. По оценкам, в Галактике ежегодно образуется неск. звёзд с массой $M \sim M_{\odot}$. Повышенная (на порядок и больше) интенсивность 3. наблюдается во внутр. областях пер-рых галактик. Это явление наз. в с п ы ш к о й 3.

Межзвёздный газ, израсходованный на образование звёзд, частично возвращается в межзвёздную среду на заключит. стадиях звёздной эволюции. Обогащённый тяжёлыми элементами, синтезированными в недрах звёзд (см. *Нуклеосинтез*), этот газ может снова включиться в процесс 3. Различают звёзды разных поколений в зависимости от того, сколько раз вошедший в их состав межзвёздный газ участвовал в циклах 3.; напр., первые звёзды сферич. составляющей Галактики образовались из первичного газа, содержащего только водород (75% по массе) и гелий (25%), в то время как звёзды последующих поколений образовались из газа, содержавшего весь набор тяжёлых элементов (см. *Распространённость элементов*). Считается, что Солнце — звезда третьего поколения, образовавшаяся ок. 5 млрд. лет назад. Самые старые звёзды Галактики имеют возраст 12—17 млрд. лет.

Лит.: Шкловский И. С., Звёзды: их рождение, жизнь и смерть, 3 изд., М., 1984; Физика космоса. Маленькая энциклопедия, 2 изд., М., 1986; Каплан С. А., Пикальнер С. Б., Физика межзвёздной среды, М., 1979; Марочник Л. С., Сучков А. А., Галактика, М., 1984.

В. И. Славин.

ЗВЕЗДЫ — гигантские светящиеся плазменные (газовые) шары, равновесие к-рых обеспечивается балансом между силой гравитации и давлением горячего вещества (газа) и излучения. С Земли даже в самые сильные телескопы все 3. (за исключением Солнца) $lg(L/L_{\odot})$



Схематизированная диаграмма Герцшпрунга — Расселла (L — светимость звезды, T — эффективная температура).

видны как светящиеся точки на фоне чёрного ночного неба. Потеря энергии 3. на излучение компенсируется выделением в недрах 3. ядерной энергии, гравитационным сжатием 3., остыванием её вещества. Ост. часть излучающего наблюдаемого вещества во Вселенной заключена в 3. Остальное известное вещество, существующее преим. в форме газа, активно взаимодействует со 3., служит строительным материалом для новых поколений 3. и способствует переменеиванию продуктов их эволюции — хим. элементов тяжелее гелия.

Осн. источник информации о 3. — их наблюдения во всех доступных диапазонах длин волн эл.-магн. излучения ($10^{-3} \text{ \AA} \leq \lambda \leq 10 \text{ м}$), в т. ч. с космич. аспа-

ратов, позволивших устранить влияние земной атмосферы на результаты измерений.

Большинство 3. сосредоточены в галактиках — гравитационно связанных комплексах 3. размером $10^{22} - 10^{23}$ см, содержащих $10^8 - 10^{12}$ звёзд в каждой. Примерно 10^{-3} от числа 3. нашей Галактики включены в гравитационно связанные *звёздные скопления* — рассеянные и шаровые. Практически все 3. входят в состав двойных звёзд или звёздных систем более высокой кратности. В наиб. тесных двойных звёздных системах приливные силы могут придавать 3. несферич. форму (эллипсоидальную, грушевидную и др.). Диапазон характерных масс 3. составляет $0,1 - 100 M_{\odot}$ (масса Солнца $M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{33}$ г). В 3. с массой $M < \sim 0,1 M_{\odot}$ невозможно термоядерное горение водорода, а 3. с $M > \sim 100 M_{\odot}$ неустойчивы. Светимость 3. изменяется в широком диапазоне: $(10^{-3} - 10^6) L_{\odot}$ (светимость Солнца $L_{\odot} \approx 4 \cdot 10^{33}$ эрг/с). Радиусы звёзд $\sim (10^{-2} - 10^3) R_{\odot}$ (радиус Солнца $R_{\odot} \approx 6,96 \cdot 10^{10}$ см). Хим. состав вещества оболочек большинства 3.: 75% водорода, 23% гелия и ок. 2% более тяжёлых элементов (состав определяют спектроскопически). Хим. состав ядер 3. может значит. отличаться от состава поверхностных слоёв, доступных наблюдениям (за счёт увеличения в недрах 3. содержания He и более тяжёлых элементов, синтезируемых в ходе термоядерных реакций). Ок. 1% всех 3. обнаруживают значит. аномалии состава.

Традиц. методом изучения 3. остаётся анализ их положения на *Герцшпрунга — Расселла диаграмме* (рис.) (на основании данных об *эффективной температуре* T_e излучения 3. и её *полной светимости* L). Светимость L и темп-ра T_e позволяют найти радиус излучающей поверхности — фотосферы 3. с помощью ф-лы $4\pi\sigma T_e^4 R^2 = L$, где $\sigma \approx 5,75 \cdot 10^{-5} \text{ г} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$ (см. *Стефана — Больцмана закон излучения*). Темп-ра T_e 3. может быть оценена неск. способами, напр. сравнением распределения энергии в спектре излучения 3. с *Планка законом излучения* или по отношению интенсивностям спектральных линий разл. элементов, чувствительных к темп-ре. Светимости 3. оцениваются по интегральному (на всех длинах волн) потоку излучения при известном расстоянии до них. Лучшим методом определения расстояния до звёзд остаётся измерение их параллакса (см. *Расстояний шкала*).

На диаграмме Герцшпрунга — Расселла 3. образуют неск. довольно чётких последовательностей, объяснение причин существования к-рых составляет одну из осн. задач совр. теории *эволюции звёзд*. Большинство 3. ($\sim 90\%$) на диаграмме находится в пределах сравнительно узкой полосы ($\delta \lg L \leq 0,4$) — т. н. *главной последовательности* (ГП), простирающейся от 3. со светимостью $L \sim 10^6 L_{\odot}$, массой $M \sim 10^2 M_{\odot}$ и радиусом $R \approx 30 R_{\odot}$ до 3. с $L \sim 10^{-3} L_{\odot}$, $M \sim 10^{-1} M_{\odot}$ и $R \sim 0,1 R_{\odot}$.

Надёжно установлено, что в их недрах происходит термоядерный синтез гелия из водорода, сопровождающийся выделением значит. энергии, к-рую 3. затем излучает. Для 3. ГП найдено, что их светимости L , радиусы R и времена жизни $t_{\text{вж}}$ являются однозначными ф-циями масс: $L/L_{\odot} \approx (M/M_{\odot})^4$, $R/R_{\odot} \approx (M/M_{\odot})^{0,7}$ и для 3. с массами $M = 1 - 10 M_{\odot}$ время $t_{\text{вж}} \approx 10^{10} (M_{\odot}/M)^3$ лет. Солнце также относится к 3. ГП (3. солнечного типа наз. иногда жёлтыми карликами). Со стороны низких светимостей к 3. ГП примыкают т. н. *коричневые (тёмные) карлики* с $M \leq 0,1 M_{\odot}$. Темп-ра в их недрах недостаточна для осуществления термоядерных реакций. Излучают такие 3. за счёт постепенного охлаждения их вещества. Обнаружение таких 3. крайне осложнено низкой светимостью, поэтому не исключено, что часть невидимого гравитирующего вещества нашей Галактики и Вселенной в целом заключена в таких карликах, образовавшихся, вероятно,