

---

## ИЮНЬСКАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК АКАДЕМИИ НАУК СССР

Очередная сессия Отделения физико-математических наук Академии Наук СССР, состоявшаяся 9 июня с. г., была посвящена вопросам астрофизики.

Академик Г. А. Шайн ознакомил с результатами исследований изотопического состава звёздных атмосфер. Подчеркнув значение, которое представляет знание изотопического состава звёзд для проблем космогонии и происхождения звёздной энергии, докладчик указал, что изотопический анализ является одним из немногих вопросов, в которых идеи современной физики и астрофизики тесно переплетаются.

За немногими исключениями, вряд ли представляется возможным, в настоящее время, исследовать изотопический состав звёзд по атомарным

спектрам. Изотопическое смещение спектральных линий большинства атомов не превышает  $0,1 \text{ \AA}$  и только для водорода имеет порядок  $1,5 \text{ \AA}$ , т. е. лежит на границе доступного астрофизическим измерениям. Несравненно отчётливее изотопический эффект выступает в молекулярных спектрах, поскольку положение полос в целом определяется колебательным моментом молекулы, а положение отдельных линий в полосе — её вращательным моментом, существенно зависящими от атомного веса компонент молекулы. Суммарный эффект может достигать нескольких ангстрем и даже десятков ангстрем и легко поддается обнаружению.

В течение ряда лет докладчик, совместно с В. Ф. Гаазе, исследовал полосы углеродных молекул, а также, в последнее время, полосы циана в спектрах так называемых углеродных звезд. Из полос циана изучению подверглась главным образом фиолетовая полоса. Красная система полос, в которой удалось идентифицировать по крайней мере 25 полос тяжелой молекулы циана, труднее поддается анализу из-за малой дисперсии и сложности структуры. Согласно измеренных длин волн с предвычисленными оказалось весьма хорошим, что подтверждает правильность идентификации полос.

Сопоставление интенсивностей полос молекул  $C^{12}C^{12}$ ,  $C^{12}C^{13}$  и  $C^{13}C^{13}$ , а также полос легкой и тяжелой молекулы циана привело к заключению, что относительное содержание тяжелого углерода  $C^{13}$  различно у различных звезд и составляет от 5% до 35% полного содержания углерода. Данные, полученные из измерений полос циана, хорошо согласуются с результатами измерений углеродных полос на тех же спектрограммах.

Обнаружение столь высокого и изменчивого процентного содержания тяжелого изотопа углерода  $C^{13}$  (до 50% по отношению к  $C^{12}$ ) в атмосферах углеродных звезд имеет большое принципиальное значение.

В условиях Земли на долю  $C^{13}$  приходится только около 1%, что практически совпадает с отношением сечений  $C^{13}$  и  $C^{12}$  для реакций с протонами.

Если будет доказано, что никакие процессы в звезде (например, диффузия, сепарирование и т. п.) не в состоянии обусловить существенного отличия изотопического состава атмосферы звезды от её среднего изотопического состава и если выделение энергии в звездах главной последовательности действительно идёт за счет углеродно-азотного цикла, то обнаруженное отклонение процентного содержания изотопов углерода в звездных атмосферах от наблюдаемого на Земле и предсказываемого теорией углеродно-азотного цикла ядерных реакций свидетельствует, что углеродные звезды никогда не проходили стадии звезд главной последовательности, т. е. температура их недр никогда не достигала необходимых для поддержания углеродно-азотного цикла  $2 \cdot 10^7$  градусов. Это ведёт к заключению, что углеродные звезды следует рассматривать как сравнительно недавние образования.

Изучение изотопического состава не только углерода, но и других элементов (водорода, кислорода) должно помочь тогда стыскать типы ядерных реакций, обеспечивающих выделение энергии в холодных звездах и, в частности, проверить гипотезу литиево-бериллиевого цикла.

В этой же связи возникает вопрос об изотопическом составе материи в дозвездном состоянии. Представляется возможным, что она могла содержать изотопы  $C^{12}$  и  $C^{13}$  в любом процентном соотношении.

Одной из первоочередных задач изотопического анализа является изучение межзвездной материи, что может и мочь определить её природу. Если она образовалась в результате распада звезд, то относительная концентрация  $C^{13}$  и  $C^{12}$  должна быть близка к  $1/99$ . Если же она имеет независимое происхождение, то относительная концентрация изотопов может быть любой.

Изучение изотопов даёт также возможность поставить вопрос о перемешивании элементов в теле звезды, т. е. вопрос об однородности химического состава звёзд.

В заключение докладчик отметил, что изотопический анализ звездных спектров в настоящее время надёжно обоснован и становится мощным методом астрофизических исследований.

С докладом «Внутреннее строение звёзд на основе наблюдательных данных» выступил доктор физико-математических наук Н. А. Козырев. В основу своего исследования докладчик положил отыскание условий, существующих в звёздных недрах, исходя непосредственно из анализа наблюдаемых закономерностей, вместо обычного подбора моделей строения звёзд и сопоставления их поведения с данными наблюдений.

Анализируя наблюдаемые зависимости между светимостью, массой и поверхностной температурой (или радиусом) звезды и рассматривая условия, при которых равновесное состояние звезды может обеспечить существование этих зависимостей, докладчик пришёл к ряду выводов, существенно отличающихся от принятых представлений.

Проведенное им рассмотрение показало, что в случае звезды, состоящей из идеального газа, условие механического равновесия, при некоторых предположениях, приводит к наблюдаемой зависимости между светимостью и массой. При этом лучистое давление ограничивает возможные массы звёзд примерно 100 массами Солнца. Как известно более массивные звёзды крайне редки.

Детальный анализ зависимости масса — светимость приводит докладчика к заключению, что звёзды (за исключением белых карликов и субкарликов) состоят из ионизированного водорода. При этом звёзды имеют весьма однородную структуру. Плотность в центре звезды превышает её среднюю плотность всего в 6—7 раз. Температура в центре звезды также должна мало отличаться от средней, т. е. значительно меньшей, чем обычно считают. Это, по мнению докладчика, заставляет пересмотреть вопрос об источнике звёздной энергии, так как при температурах ниже  $10^4$  градусов ядерные реакции не могут обеспечить баланса энергии. В пользу такого пересмотра свидетельствует и анализ диаграммы Россела-Герцшпрунга, характер которой, по мнению докладчика, не может быть увязан с представлением, что источником звёздной энергии являются ядерные реакции.