

523.161(049.3)

МОНОГРАФИЯ О МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЕ

Каплан С. А., Пикельнер С. Б. Физика межзвездной среды. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-матем. лит-ры, 1979. — 591 с.

Книга принадлежит перу двух выдающихся астрофизиков, ныне покойных, С. А. Каплана и С. Б. Пикельнера. Их предыдущая книга «Межзвездная среда», вышед-

шая в 1963 г., широко известна у нас в стране и за рубежом как прекрасное руководство для астрофизиков.

Межзвездная среда не является абсолютной пустотой, хотя по стандартам лабораторной техники она представляет собой вакуум высокой степени. Небольшое количество (несколько процентов массы звезд) газа и пыли, содержащееся в межзвездном пространстве, играет огромную роль в эволюции звездной системы нашей Галактики, как и других галактик. Согласно современным представлениям, межзвездная среда является резервуаром вещества, из которого рождаются новые звезды и который пополняется веществом, возвращаемым звездами в процессе их эволюции. Межзвездная среда является также и наиболее изученной компонентой Галактики (в основном методами спектроскопии во всем диапазоне электромагнитных волн от γ -излучения до радиоволн). В первой главе книги изложены основы спектроскопического метода исследования межзвездной среды. Центральное место здесь занимает уравнение переноса излучения как в непрерывном спектре, так и в спектральных линиях. В книге приведены современные методы решения уравнения переноса, учитывающие поглощение и рассеяние фотонов и требующие применения ЭВМ.

Более подробно методы спектроскопического исследования межзвездной среды в оптической, инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра изложены в следующей главе. По сравнению с книгой «Межзвездная среда» здесь большее внимание уделено ультрафиолетовым и инфракрасным спектрам межзвездного газа и пыли. В этих областях спектра благодаря успехам внеатмосферной астрономии получено большое количество новых данных, анализ которых и составляет основное содержание второй главы. Важнейшую роль при таком анализе играет метод кривых роста — построение зависимости эквивалентной ширины линии поглощения от количества атомов или молекул на луче зрения. В книге подробно изложена методика определения количества атомов в межзвездной среде по данным спектроскопических измерений методом кривых роста.

Линии атомов и молекул, попадающие в радиодиапазон, рассматриваются в отдельной главе. Приведены современные формулы для расчета частот и интенсивности рекомбинационных линий водорода и других элементов, причем особое внимание уделено неравновесным процессам. В книге нашли достаточно полное отражение и достижения молекулярной радиоастрономии — исследования спектральных радиолиний молекул, находящихся в межзвездной среде. С достаточной полнотой изложена теория формирования спектральных линий молекул и механизмов их возбуждения в условиях межзвездной среды. Особое внимание уделено методам расчета столкновительного возбуждения молекул. Достаточно полно изложена теория мазерного излучения в линиях межзвездных молекул OH и H_2O . В разделе, посвященном радиолинии атомарного водорода с длиной волны 21 см, основной акцент сделан на результатах исследования структуры Галактики, полученных с помощью наблюдений в этой линии, а также структуры других галактик.

В соответствии с общей идеей авторов монографии о том, что практически вся информация о динамике и физических свойствах межзвездной среды может быть получена путем изучения ее спектров, в четвертой главе рассматривается излучение релятивистской и горячей компонент межзвездной среды. Кратко, но с достаточной для практического использования полнотой, излагаются основные соотношения теории синхротронного излучения релятивистских электронов в межзвездных магнитных полях и эффекты влияния межзвездной плазмы на прохождение через нее этого излучения (фарадеевское вращение плоскости поляризации, мерцания источников на неоднородностях межзвездной среды, запаздывание импульсов от пульсаров). Анализируются новейшие наблюдательные данные, позволяющие получить информацию о температуре и концентрации электронов, распределении регулярных и хаотических магнитных полей в Галактике. Глава заключается двумя параграфами, один из которых посвящен анализу и интерпретации современных данных о диффузном фоне рентгеновского и γ -излучения Галактики, второй — краткому изложению плазменных механизмов излучения, которые, возможно, реализуются в межзвездной среде. В целом глава оставляет впечатление прекрасно написанного обзора современных наблюдательных данных и теоретических соображений о межзвездной среде, основанных на анализе электромагнитного излучения в радио-, рентгеновском и γ -диапазонах, который практически может служить справочником для исследователей, активно работающих в этой области астрофизики.

В отличие от первых глав, где основное внимание уделялось вопросам извлечения конкретной информации о параметрах межзвездной среды из наблюдательных данных, в пятой и шестой главах центр тяжести перемещается в область рассмотрения теоретических моделей, объясняющих наблюдаемое физико-химическое состояние межзвездной среды, ее «мелкомасштабную» и крупномасштабную динамику, происхождение звезд. Подробно рассматриваются ионизация и температура межзвездного газа, устанавливающиеся под действием различных источников нагрева, химические процессы, приводящие к образованию межзвездных молекул и частиц космической пыли,

ударные волны и ионизационные фронты в межзвездной среде, распад ее на две фазы — газовые облака и межоблачную среду — вследствие тепловой и термохимической неустойчивостей. Излагаются представления последних лет о распространяющихся по звездному населению Галактики спиральных волнах плотности, ответственных за ее наблюдаемую крупномасштабную динамику и морфологию. Рассматриваются новейшие достижения волновой теории спиральной структуры, ее наблюдательные следствия, обсуждаются ее сегодняшние трудности. Материал излагается так, что ясны и качественная физика явлений, и их количественная сторона. По существу, читатель оказывается в курсе современного состояния рассмотренных здесь проблем. Впрочем, это относится и ко всей книге в целом.

Здесь же рассматривается явление крупномасштабных спиральных ударных волн, возникающих в межзвездном газе вследствие реакции на волны плотности, «бегущие по звездам», изучение которых позволило существенно продвинуться в понимании ряда процессов и особенно процесса звездообразования. Проблема образования звезд в галактиках является одной из центральных в современной астрофизике. В монографии излагается современное состояние вопроса — теоретические основы образования протозвезд из конденсирующейся межзвездной материи, влияние на этот процесс различных факторов (магнитного поля, вращения, охлаждения, внешнего давления и др.); особенности и неясности проблемы образования первого поколения звезд в различных галактиках; морфология наблюдаемых в настоящее время очагов звездообразования в нашей Галактике и других звездных системах.

И трагически погибшему С. А. Каплану, и редактору книги Н. Н. Бочкареву в основном удалось сохранить в монографии хорошо известный астрофизикам стиль С. Б. Пикельнера — книга носит энциклопедический характер, написана «быстрым», четким языком. В ней рассмотрено все, что сегодня известно о межзвездной среде. О том, что не поместилось в книгу, авторы упоминают и дают ссылки на соответствующие работы. Таким образом, книга является, по существу, справочником по современному состоянию наших знаний о межзвездной среде и основным примыкающим сюда проблемам. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что это — не компиляция обзорного характера. Книга пронизана идеями и результатами, выдвинутыми и разработанными ее авторами. Достаточно вспомнить вклад С. Б. Пикельнера в разработку теории спиральной структуры Галактики или работы С. А. Каплана по теории плазменных механизмов и ударных волн. Издание книги «Физика межзвездной среды» С. Б. Пикельнера и С. А. Каплана послужит памяти этих двух безвременно ушедших выдающихся астрофизиков.

Л. С. Марочкин, В. И. Слыш