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

535.33(049.3)

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МИКРОВОЛНОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Modern Aspects of Microwave Spectroscopy/Ed. G. W. Chantry.— N.Y.: Academic Press, 1979.—513 p.

Вышедшая в конце 1979 г. книга представляет собой сборник обзоров, написанных ведущими специалистами и посвященных актуальным аспектам микроволновой спектроскопии, бурно развивающейся в последние годы в связи с потребностями физики, химии и астрофизики. В соответствии с установившейся за рубежом терминологией под микроволновым, подразумевают диапазон от 10 м до 1 мм. Диапазон, соответствующий более длинным волнам, обычно называют «радиочастотным», а более коротки —«субмиллиметровым» или «дальним инфракрасным». В книге нашли отражение наиболее важные проблемы современной микроволновой спектроскопии, основы которой в свое время были изложены в известных монографиях Таунса — Шавлова и Горди. Особенно быстрое развитие микроволновой спектроскопии в последнее время обусловлено важными изменениями в современной экспериментальной физике. К ним относятся: 1) распространение методов инфракрасной спектроскопии в область миллиметровых волн и, с другой стороны, проникновение когерентной техники сверхвысоких частот в более коротковолновую — субмиллиметровую область, что приводит к перекрытию инфракрасных и микроволновых спектроскопических методов; 2) создание когерентных лазерных источников для всей области резонансного молекулярного поглощения, что позволяет реализовать сверхвысокое спектральное разрешение вплоть до области видимого света; 3) распространение радиоастрономических спектральных исследований в область миллиметровых волн, что чрезвычайно расширяет возможности исследований многоатомных молекул в космическом пространстве.

Указанные обстоятельства определили тематику книги, написанной авторами, вносящими существенный вклад в развитие тех или иных направлений микроволновой спектроскопии.

Первая глава книги, написанная Г. Русси и Г. Чантри, посвящена обзору новых спектрометров. Здесь подробно описаны принципы построения и особенности различных типов спектрометров. В частности, рассмотрены видеоспектрометры, спектрометры с модуляцией источника излучения, основанные на использовании эффекта Штарка, мостиковые и супергетеродинные спектрометры, импульсные фурье-спектрометры и некоторые другие. Подробно описаны отдельные блоки и узлы спектрометров, их сопряжение с ЭВМ. Даны сведения о коммерческих приборах.

Вторая и третья главы, написанные соответственно Дж. Бейкером и Г. Джонсом, посвящены подробному изложению физических основ, техники и некоторых применений нового класса спектрометров, использующих квантовые эффекты двойного резонанса, когда мощным монохроматическим микроволновым излучением одной частоты создается повышенная заселенность верхних уровней исследуемых молекул, что позволяет с помощью слабого «пробного» сигнала меньшей частоты изучать собственные переходы между этими уровнями на микроволновых или радиочастотах (гл. 2). Создание мощных стабильных лазеров ИК и видимого диапазонов позволило распространить этот метод и в ИК и видимую области спектра (гл. 3).

В гл. 4, написанной советским физиком А. Ф. Крупповым, изложены принципы построения и техника современной субмиллиметровой спектроскопии с использованием перестраиваемого источника излучения. Метод, развитый в последние годы автором, использует в качестве широкодиапазонных источников лампы обратной волны, а для обнаружения резонансов — оригинальный тип акустического детектора. Использование техники РАД (радиоспектрометр с акустическим детектором) позволяет в субмиллиметровом диапазоне поднять отношение сигнал/шум в сотни тысяч раз по сравнению со значениями, обычно достигаемыми в этой области спектра с помощью интерферометров, вплоть до частот, бо́льших 1 ТГц. Исключительно высоко спектральное разрешение метода (10^8—10^9). В главе приведены примеры результатов использования РАД для определения собственных частот вращательных переходов некоторых молекул в субмиллиметровом диапазоне.

Пятая глава, написанная Дж. Флемингом, посвящена современному состоянию миллиметровой и субмиллиметровой фурье-спектроскопии. Обосновав существенные преимущества интерференционных спектрометров, в особенности для субмиллиметрового диапазона по сравнению с обычными дифракционными, автор затем излагает устройство некоторых современных фурье-интерферометров и теорию обратного фурье-преобразования с учетом аппаратурных ограничений. В этой главе приведены примеры использования метода для молекулярной спектроскопии газов. Эта глава, к сожалению, не отличается полнотой.

Последняя, гл. 6 книги, названная «Астрофизика межзвездных молекул», написана крупнейшим специалистом в области молекулярной спектроскопии Г. Виневиссером совместно с Э. Черчуэллом и К. Уолмсли. Глава занимает половину объема книги и могла бы составить предмет самостоятельной монографии. Во введении показано значение спектральных астрофизических исследований в микроволновом и инфракрасном диапазонах для решения фундаментальных проблем выяснения природы межзвездной пыли, поведения нейтрального газа в межзвездном пространстве, механизма массообмена между звездой и окружающей средой, процессов в областях ионизованного водорода и других важнейших вопросов современной астрофизики. В последующих разделах главы упомянутые вопросы рассмотрены подробно, в частности, изложены теория и методы исследования радиационного переноса в молекулярных линиях, механизм образования молекул в космическом пространстве и роль пыли в этом процессе, изотопический состав в межзвездных облаках. Приведен обширный обзор результатов спектроскопических наблюдений в микроволновом диапазоне ряда астрофизических объектов, в том числе известных молекулярных облаков в туманности Ориона, в источнике Стрелец B2 и в некоторых других. Дана сводка последних идентификаций многих межзвездных молекул по их линиям в микроволновой области.

В заключение подчеркнута важность распространения радиоастрономических наблюдений в область далеких инфракрасных волн как с помощью наземных, так и внеатмосферных телескопов. В приложениях приведен обширный справочный материал, в том числе даны таблицы параметров молекул, обнаруженных в межзвездных облаках, результаты измерений молекулярных линий многих объектов со ссылками на оригинальные публикации.

В целом рецензируемая книга представляет значительный интерес как для студентов, оканчивающих высшие учебные заведения, так и для научных работников и инженеров, специализирующихся в областях микроволновой техники, спектроскопии, радиоастрономии и астрофизики. В книге собрана обширная библиография, размещенная в конце каждой главы, что позволяет легко ориентироваться в необходимых подробностях.

А. Е. Саломонович