

Лит.: Альтшулер С. А., Козырев В. М., Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп, 2 изд., М., 1972; Кессель А. Р., Ядерный акустический резонанс, М., 1969; Такер Д., Рамптон В., Гиперзвук в физике твердого тела, пер. с англ., М., 1975; Магнитная квантовая акустика, под ред. С. А. Альтшулера, М., 1977.

СПИРАЛЬНАЯ АНТЕННА — проволочная антенна, обычно изготовляемая из достаточно тонкого провода, свёрнутого в спираль. Подключается к приёмно-передающему тракту с торца или через разрыв в середине спирали. Торцевое подключение удобно для сопряжения с коаксиальными линиями, подключение через разрыв — для сопряжения с двухпроводными линиями передачи. Если размеры С. а. заметно меньше длины волны излучения λ , то характеристики антенны близки к характеристикам элементарного магн. диполя с магн. моментом, направленным вдоль оси спирали. Иногда для увеличения эффективности внутрь спирали вводят ферритовые сердечники, поэтому такие С. а. чаще наз. ферритовыми. Их применяют в приборах НЧ-диапазона, в т. ч. в бытовых радиоприёмниках. В диапазоне СВЧ используют С. а., периметр витка к-рых соизмерим с λ . Такие С. а. являются разновидностями антенн с поверхностными волнами: при работе на первой аксиально несимметричной моде их излучение прижато к оси и циркулярно поляризовано вдоль неё. С. а. применяют как широкополосные антенны осевого излучения (в качестве облучателей зеркальных и линзовых антенн, элементов антенных решёток и т. п.)

Н. М. Цейтлин.

СПИРАЛЬНОСТЬ — квантовое число, равное проекции спина элементарной частицы на направление её импульса. С. (в отличие от проекции спина на произвольную ось квантования) инвариантна относительно Лоренца преобразований, соответствующих скорости, направленной вдоль импульса частицы. Это одна из причин, почему классификация состояний по С. является удобной в релятивистских задачах. С. особенно удобна для классификации состояний безмассовых частиц. С. безмассовой частицы с произвольным спином принимает только два значения, отвечающих макс. проекции спина по (или против) направлению импульса. Так, для фотона возможные значения С. равны ± 1 , для гравитона ± 2 .

Для электрона возможны С. $\pm 1/2$. При больших энергиях, в том случае, когда можно пренебречь массой частицы со спином $1/2$, знак её С. определяется киральностью состояния. Поскольку в квантовой хромодинамике и теории электрослабого взаимодействия киральность фермиона сохраняется в элементарном акте испускания фотона, глюона или промежуточного векторного бозона, то указанная выше связь киральности и С. приводит при больших энергиях к полезным законам сохранения и отбора правилам по проекции спина.

М. В. Терентьев.

СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ — галактики, в к-рых заметны спиральные ветви; наиб. многочисл. тип наблюдаемых галактик. К С. г. относятся, в частности, Галактика, ближайшими к нам С. г. являются М 31 (туманность Андромеды) и М 33 (туманность Треугольника).

Структура и состав спиральных галактик. В состав С. г. входят звёзды с разл. возрастом и хим. составом, межзвёздный газ и межзвёздная пыль. Общая структура С. г. показана на рис. Плоская составляющая (1) включает молодые звёзды и газопылевую среду и образует слой толщиной неск. сотен парсек, расширяющийся на периферии. Спиральные ветви (2) также принадлежат плоской составляющей. Диск (3) содержит осн. массу звёзд С. г. Изменение сгланженной плотности $\rho(r, z)$ диска с радиусом r и координатой z , перпендикулярной его плоскости, на большом интервале $r_{\min} < r < r_{\max}$ обычно следует закону:

$$\rho(r, z) = \rho(0, 0) \exp(-r/r_0) \operatorname{sech}^2(z/z_0).$$

Здесь $\rho(0, 0)$ — плотность в центре диска, $r_0 \approx 2-5$ кпк — радиальная шкала (характерный размер) диска, $z_0 \approx 0,3-1$ кпк — полутолщина диска; z_0 зависит от дисперсии скоростей звёзд вдоль оси z . Закон $\operatorname{sech}^2(z/z_0)$ описывает распределение плотности в изотермич. самогравитирующем диске. Величина z_0 слабо меняется вдоль r . В нек-рых С. г. на $r_{\max} \approx (4-6) r_0$ наблюдается «обрыв» — резкое падение яркости (плотности) диска. Балдж (4) — внутренняя наиб. яркая часть сферической (сфероидальной) составляющей С. г., содержащей старые звёзды с вытянутыми орбитами. Гало (5) — внеш. часть сферич. составляющей; различают звёздное гало, имеющее очень низкую яркость, с массой, значительно меньшей массы диска, и «тёмное» гало, масса к-рого в пределах оптич. граници может превышать суммарную массу др. компонент (см. Вращение галактик, Скрытая масса). Ядерная область (6) — выделяющаяся по яркости или структурным особенностям центр. часть С. г. (см. также Ядра галактик). Спектр обычно содержит эмиссионные линии. В ядерной области часто концентрируются молекулярный газ и связанные с ним области звездообразования. Ок. 1% С. г. обладают активными ядрами (сейфертовские галактики). Эти ядра имеют широкие эмиссионные линии, свидетельствующие о быстрых движениях газа, со скоростями в тысячи км/с, высокую светимость (обычно неск. % от интегральной светимости С. г.), непрерывный спектр и переменность на разл. масштабах времени.

Содержание газа и звездообразование. Осн. масса межзвёздного газа в С. г. присутствует в двух формах: нейтрального газа (HI) и молекулярного газа (H_2). В большинстве С. г. почти весь газ сосредоточен в пределах оптич. диаметра диска, однако имеется ряд примеров существования протяжённой газовой оболочки вокруг галактик (M81, M83). Масса газа по отношению к интегральной массе С. г. в ср. падает от галактик типа Sc к Sa. Под действием УФ-излучения горячих звёзд газ ионизуется, образуя протяжённые зоны III, хорошо заметные на фотографиях С. г. Поскольку горячие звёзды высокой светимости являются короткоживущими, светимость С. г. в эмиссионных линиях служит критерием интенсивности звездообразования. Др. наиб. часто используемыми индикаторами интенсивности звездообразования являются: показатели цвета (см. Астрофотометрия) С. г., исправленные за межзвёздное покраснение (см. Межзвёздное поглощение), светимость С. г. в УФ-области спектра или в далёкой ИК-области ($\lambda = 10-10^3$ мкм), где излучает пыль, нагреваемая молодыми звёздами. Количеств. оценки интенсивности звездообразования требуют модельных расчётов. Типичные значения массы рождающихся звёзд $\approx 0,01-10 M_{\odot}/\text{год}$ ($1 M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{30}$ кг). В расчёте на единицу массы интенсивность звездообразования уменьшается от галактик Sc к Sa — в соответствии с относит. содержанием газа в этих С. г. Области звездообразования образуют комплексы с характерным размером $\approx 0,5$ кпк. В осн. они сосредоточены в спиральных ветвях С. г.

Спиральные ветви. Наблюдаемые свойства. Спиральные ветви (СВ) представляют области концентрации молодых звёзд и звёздных комплексов, межзвёздного газа, пыли и связанных с газом магн. полей (магн. индукция $\approx 10^{-5}-10^{-6}$ Гс). На фоне звёздного диска СВ выделяются повышенной яркостью и более голубым цветом. Пыль часто образует длинные неровные прожилки, идущие вдоль внутр. кромки СВ, что интерпрети-

