

ГЛАВА 12

АККРЕЦИЯ ГАЗА НА РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ОБЪЕКТЫ *)

§ 1. Газ, подвергающийся аккреции

Звезды в галактиках всегда окружены межзвездным газом и пылью. На определенных стадиях эволюции, либо при катастрофических взрывах звезды выбрасывают вещество.

Наряду с этим в состав Галактики может входить и вещество, никогда не входившее в состав какой-либо звезды. Это вещество пришло в современное газообразное состояние в ходе космологического расширения первоначального почти однородного вещества, имевшего в прошлом большую плотность, согласно космологическому решению Фридмана.

Таковы источники межзвездного вещества в Галактике. Наблюдения показывают, что в спиральных рукавах нашей Галактики средняя плотность межзвездного газа порядка 10^{-21} г/см³; в ядре Галактики она может быть значительно больше.

При количественных оценках надо иметь в виду, что нейтронные и застывшие звезды могут быть окружены газом значительно большей плотности, чем средняя межзвездная плотность: само образование этих звезд связано с катастрофическими явлениями, при которых часть массы могла быть сорвана с поверхности и образовала облако газа вокруг звезды. Выделение энергии при аккреции в свою очередь влияет на сам процесс за счет взаимодействия встречного светового потока с падающим веществом, т. е., по существу, за счет светового давления, и за счет потоков быстрых частиц, выбрасываемых звездой. Роль последних особенно велика.

Методически задачи аккреции можно рассматривать в двух предельных случаях: как движение отдельных частиц (атомов, молекул, пылинок) либо как движение сплошной среды (**). Оче-

*) Глава 12 написана совместно с В. Ф. Шварцманом.

***) Любопытное новое явление рассчитано А. Г. Дорошкевичем (1965): в релятивистском случае гравитационное поле вращающегося тела, как мы видели (см. § 3 гл. 4), отличается в ОТО от поля покоящегося тела равной

видно, выбор приближения зависит от длины свободного пробега частиц. Очень существенными могут быть также магнитные поля. Влияние общего магнитного поля звезды на аккрецию будет рассмотрено в следующих параграфах, посвященных электромагнитным явлениям.

В нерелятивистском приближении основные задачи аккреции были рассмотрены в тридцатых-сороковых годах. Некоторые задачи см. Станюкович (1971). Это рассмотрение достаточно хорошо применимо не только к белым карликам, но и к нейтронным звездам: при гравитационном потенциале $\sim 0,2 c^2$, когда радиус звезды в 3—4 раза больше шварцшильдовского радиуса r_g , поправки на ОТО могут достигать 20—30%. При наличии других неопределенностей (прежде всего в отношении плотности падающего газа) такие поправки незначительны. Однако, в связи с вопросом о застывших звездах, учет эффектов ОТО совершенно необходим для получения качественно правильных выводов.

Наконец, отметим, что для всей картины аккреции весьма существенны такие свойства газа, как его состав, температура, магнитное поле, замороженное в газ, и состояние движения газа — средняя скорость и турбулентность.

Принято считать, что межзвездный газ состоит из двух компонент: сравнительно холодных (около 100°K), плотных ($n \sim 10 \text{ см}^{-3}$), слабо ионизованных облаков и более горячего разреженного газа, ионизованного более чем на половину ($T \sim 5000^\circ \text{K}$, $n \sim 1 \div 0,3 \text{ см}^{-3}$).

При этом предполагается, что состав газа мало отличается от состава атмосферы молодых звезд, которые образуются из этого газа, например 70% H, 28% He, 2% C, N, O.

Характерные размеры облаков порядка десятка парсек. По-видимому, этот размер в сотню парсек характерен для турбулентности. Скорость газа относительно тела, на которое происходит аккреция, определяется, как правило, скоростью самого этого тела, для ориентировки примем интервал от 10 км/сек до 500 км/сек (имея в виду, что мы имеем дело не с обычными звездами). Магнитное поле в Галактике порядка 10^{-5} гс . Совершенно иные характеристики имеет поток газа в системе двойной звезды, свойства его сильнейшим образом зависят от нормальной звезды, являющейся источником газа. Важнейшей особенностью задачи является вращение двойной системы, вследствие чего газ должен отдать момент, чтобы подвергнуться аккреции.

массы. Вращающееся тело захватывает преимущественно те частицы, вращательный момент которых имеет знак, противоположный моменту самого тела. При аккреции частиц, изотропно распределенных в пространстве, за счет такой избирательности тело уменьшает свой момент вращения. Разумеется, этот эффект крайне мал пока скорости $v_\infty \ll c$.