

Печи, и потенциальная энергия его недостаточно велика, то оно окажется неустойчивым и начнет распадаться. Распад может быть полным, но может быть и частичным. Может случиться так, что от огромного скопления останется лишь небольшой устойчивый остаток — горстка членов. Если же образовавшееся скопление плотное — такое, как скопления в Волосах Вероники и в Северной Короне, то потенциальная энергия его велика, больше кинетической, оно устойчиво. В результате движений галактик внутри такого скопления достигается правильная форма скопления и устанавливается некоторый закон плотности числа галактик внутри скопления: плотность тем больше, чем ближе место к центру скопления.

Регулярные и иррегулярные силы в звездных системах

Силовое поле звездной системы создается отдельными материальными точками — звездами, находящимися одна от другой на больших расстояниях. Такое силовое поле имеет сложную структуру и в нем необходимо различать силы двух родов. Каждая является силой тяготения, вызываемой притяжением масс, но свойства их различны.

Посмотрим, какие силы действуют на некоторую звезду, движущуюся в звездной системе. Ее притягивают все остальные звезды системы. Эти силы геометрически складываются в одну силу. Но в той суммарной силе целесообразно рассмотреть две части. Одна часть образована притяжением ближайшей звезды, или двух-трех, нескольких ближайших звезд-соседей, а другая часть вызвана притяжением всех остальных звезд системы. Нетрудно понять, что сила притяжения всех звезд системы, исключая ближайшие, зависит от того, в каком месте звездной системы находится рассматриваемая звезда. Если, например, рассматриваемая звезда находится на некотором расстоянии от центра звездной системы, имеющей сферическую симметрию, то общее притяжение звезд системы, исключая ближайших соседей, составит силу, направленную к центру системы. Зависимость величины этой силы от расстояния рассматриваемой звезды до центра системы будет определяться общим законом распределения звезд в системе. В самом центре сферической системы эта сила будет равна нулю, так как притяжения всех звезд, исключая ближайших соседей, в центре системы уравновеши-

вают друг друга. Итак, сила притяжения всех звезд системы, кроме звезд — ближайших соседей, определяется характером строения звездной системы и тем местом, которое занимает в ней в данный момент рассматриваемая звезда. При движении звезды в звездной системе изменение этой силы носит закономерный характер. Поэтому ее называют регулярной (т. е. правильной). Если известно общее строение системы, то для каждого места в ней можно вычислить величину и направление регулярной силы.

Иное дело — часть суммарной силы, образованная притяжением ближайшего соседа или нескольких ближайших соседей — звезд. Нетрудно понять, что эта сила носит случайный характер. Она зависит от того, как случайным образом сложится обстановка в ближайших окрестностях рассматриваемой звезды, как расположатся в окрестностях звезды-соседи. Заранее предсказать величину или направление этой силы невозможно. Она является случайной величиной, и единственное, что можно сделать, это найти вероятность того, что она примет то или иное значение. Поэтому эти силы, вызванные притяжением ближайшего соседа или нескольких ближайших звезд-соседей, называют иррегулярными, то есть неправильными.

Как, наверное, уже успел заметить читатель, тонкость вопроса состоит в том, что нельзя по смыслу задачи определенно указать количество ближайших соседей, притяжение которых образует иррегулярную силу. Очевидно лишь, что в иррегулярной силе наибольшую роль играет ближайший сосед, следующую по значению роль — второй по расстоянию сосед и т. д.

Разделение влияний на регулярные и иррегулярные, вызываемые общим закономерным характером условий и условиями, случайным образом складывающимися в непосредственной близости от рассматриваемого тела, субъекта, является универсальным. Какую бы среду, какую бы область взаимоотношений в природе мы ни рассмотрели, такое разделение влияний естественно и целесообразно. Даже в такой сложной по своему характеру области взаимоотношений, как взаимоотношения человека и общества, ясно проступает разделение влияний на регулярные: влияние общества в целом — выработанные им законы, уклад жизни, и иррегулярные: влияние тех членов общества, с которыми субъект непосредственно общается — членов семьи, друзей, товарищей по работе. И здесь вы не можете указать точно той гра-

ницы, где кончается влияние на вас отдельных людей и начинается влияние общества в целом.

Невозможно полностью отделить друг от друга регулярные и иррегулярные силы звездной системы. Они составляют единство. Но они являют и противоположность, так как природа их различна. Их единство и их противоположность — это единство и противоположность закономерности и случайности.

Попробуем теперь сравнить роль регулярных и иррегулярных сил в звездной системе. Для простоты будем

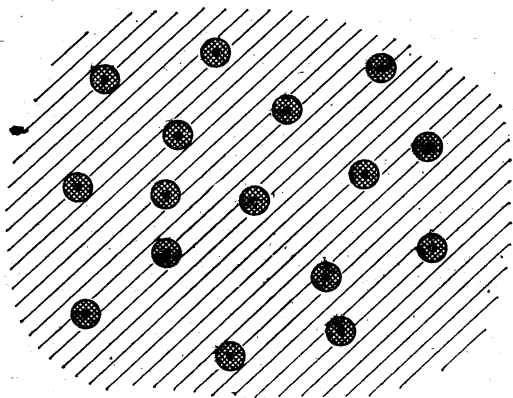


Рис. 120. Разбиение пространства звездной системы на области, где преобладают регулярные силы (косая штриховка), и области, где преобладают иррегулярные силы (кружки с двойной штриховкой).

сравнивать силу, прилагаемую к данной звезде всей звездной системой, с силой притяжения только одного самого близкого соседа. Если ближайший сосед находится далеко, то притяжение его незначительно и регулярная сила (сила притяжения всей звездной системы) больше иррегулярной силы (силы притяжения ближайшего соседа). Если же ближайший сосед достаточно близок, то иррегулярная сила больше регулярной. Поэтому около каждой звезды в звездной системе можно некоторым радиусом провести сферу и разбить таким образом все пространство звездной системы на две части: одна часть — это пространство вне этих сфер, здесь преобладают регулярные силы, и вторая часть — пространство в сферах (рис. 120), здесь преобладают иррегулярные

силы, так как если звезда, за движением которой мы следим, попадет внутрь одной из сфер, то там у нее окажется очень близкий сосед, вызывающий большую иррегулярную силу.

Если для простоты предположить, что звездная система имеет сферическую форму и звезды распределены внутри сферы равномерно, то можно подсчитать, что отношение суммы маленьких объемов, внутри которых иррегулярная сила больше регулярной, к объему всей звездной системы равно

$$\frac{2 \overline{m}^{3/2}}{\sqrt{N} \overline{m}^{3/2}} \quad (53)$$

Очевидно, что чем больше отношение (53), тем значительнее роль иррегулярных сил в звездной системе. Следовательно, в системах с большим числом звезд N иррегулярные силы играют меньшую роль, чем в бедных звездами системах. Имеет также значение множитель $\overline{m}^{3/2}/\overline{m}^{3/2}$. Числитель этой дроби означает среднюю величину степени $3/2$ массы звезды, а знаменатель — степень $3/2$ средней величины массы звезды. Если бы все массы звезд были равны, то числитель и знаменатель этой дроби были бы одинаковы. Если же массы звезд не одинаковы, то можно математически доказать, что эта дробь всегда больше единицы, причем она тем больше, чем больше различия в массах. Для примера рассмотрим три случая для двух масс: 1) когда массы равны, 2) когда вторая масса втрое больше первой массы и 3) когда вторая масса в десять раз больше первой. Значение дроби будет подсчитываться так:

$$1) \quad \frac{\frac{1}{2} (1^{3/2} + 1^{3/2})}{\left[\frac{1}{2} (1 + 1) \right]^{3/2}} = 1,$$

$$2) \quad \frac{\frac{1}{2} (3^{3/2} + 1^{3/2})}{\left[\frac{1}{2} (3 + 1) \right]^{3/2}} \approx 1,09,$$

$$3) \quad \frac{\frac{1}{2} (10^{3/2} + 1^{3/2})}{\left[\frac{1}{2} (10 + 1) \right]^{3/2}} \approx 1,27.$$

Мы видим, что для двух масс значение дроби тем больше, чем больше различие в массах.

Роль иррегулярных сил тем больше, чем больше различие в массах тел звездной системы, т. е. чем более неоднородна звездная система. Значение этого вывода велико потому, что в некоторых звездных системах, а именно в галактиках, нужно рассматривать как отдельные тела не только одиночные звезды, но и шаровые скопления, рассеянные скопления, звездные облака, облака диффузной материи. Массы некоторых из этих объектов в десятки и сотни тысяч раз больше масс отдельных звезд, неоднородность системы весьма значительна, и дробь $\frac{M^{3/2}}{M^{3/2}}$ может достигать значений $10^2 - 10^3$.

Все изложенное справедливо не только для звездных систем, но и почти в равной степени для систем, состоящих из галактик, т. е. кратных галактик и скоплений галактик. Некоторое отличие состоит в том, что в кратных галактиках и скоплениях галактик расстояния между галактиками не намного превосходят диаметры галактик. А в звездных системах, как мы отмечали выше, расстояния между звездами огромны в сравнении с диаметрами звезд. Однако это отличие не является коренным. Оно будет сказываться лишь в том, что формулы, которые совершенно точны для звездных систем, для систем, составленных из галактик, верны приближенно.

Выражение (53) показывает, что в системах, где число тел не превосходит 10, а именно в кратных звездах и в кратных галактиках, область пространства, где иррегулярные силы больше регулярных, составляет большую часть всего пространства системы. Значит, в кратных звездах и в кратных галактиках роль иррегулярных сил превосходит роль регулярных сил. В рассеянных звездных скоплениях и небольших скоплениях галактик, где число тел исчисляется сотней или несколькими сотнями, эффективность иррегулярных сил меньше, чем эффективность регулярных сил, но весьма существенна. В шаровых звездных скоплениях число звезд измеряется многими сотнями тысяч. Здесь в сравнении с регулярными силами роль иррегулярных сил очень мала. Таково же положение в сферических скоплениях галактик, содержащих многие тысячи членов. Наконец, совершенно ничтожна роль иррегулярных сил в галактиках, где число звезд исчисляется миллиардами и десятками миллиардов.