

плоскости и обладает толщиной в несколько сотен парсеков. Таким образом, Галактика в общем сильно сплюснута. Масса Галактики приблизительно в $2 \cdot 10^{11}$ раз больше массы Солнца и составляет $(2 \cdot 10^{11})(2 \cdot 10^{33}) \approx 4 \cdot 10^{44}$ г.

Массу Галактики можно оценить и из соотношений (75), если подставить в него известные значения v и r для Солнца. Солнце находится по направлению к внешнему краю Галактики на расстоянии около 10^4 парсеков $\approx 3 \cdot 10^{22}$ см от оси Галактики. Орбитальная скорость Солнца относительно центра Галактики составляет приблизительно $3 \cdot 10^7$ см/сек, поэтому из (75) мы можем оценить массу Галактики:

$$M = \frac{v^2 r}{G} \approx \frac{(10^{15}) (3 \cdot 10^{22})}{7 \cdot 10^{-8}} \text{ г} \approx 4 \cdot 10^{44} \text{ г.} \quad (76)$$

Производя эту оценку, мы пренебрегли влиянием масс, расположенных на большем расстоянии от центра Галактики, чем Солнце.

6.4. Момент импульса Солнечной системы

На рис. 6.25 приведены моменты импульса некоторых составных частей Солнечной системы. Попробуем просто для контроля самих себя оценить какой-нибудь из приведенных на рис. 6.25 значений моментов импульса. Возьмем, например, планету Нептун, орбита которой очень близка к круговой. Среднее расстояние Нептуна от Солнца, приведенное в одной из работ, $2,8 \cdot 10^9$ миль $\approx 5 \cdot 10^9$ км $\approx 5 \cdot 10^{14}$ см. Период обращения Нептуна относительно Солнца составляет 165 лет $\approx 5 \cdot 10^9$ сек. Масса Нептуна около $1 \cdot 10^{29}$ г. Момент импульса Нептуна относительно Солнца равен

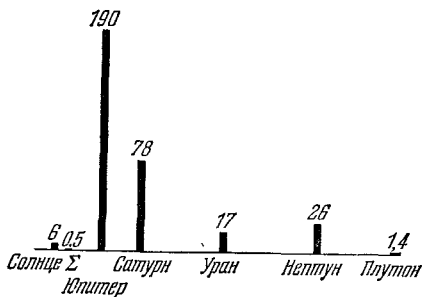


Рис. 6.25. Распределение момента импульса в Солнечной системе относительно центра Солнца. Символом Σ обозначена сумма моментов импульса Меркурия, Венеры, Земли и Марса. Обратите внимание на относительно малый вклад вращения Солнца вокруг его собственной оси (диаграмма построена в единицах 10^{48} г·см²/сек).

$$J = Mvr = M \frac{2\pi r}{T} r \approx \frac{10^{29} \cdot 6 \cdot (25 \cdot 10^{28})}{5 \cdot 10^9} \approx 30 \cdot 10^{48} \text{ г} \cdot \text{см}^2 / \text{сек}, \quad (77)$$

что, в общем, хорошо согласуется со значением $26 \cdot 10^{48}$ г·см²/сек, указанным на рис. 6.25. Направление \mathbf{J} приблизительно одинаково для всех больших планет. Момент импульса Нептуна относительно его собственного центра масс значительно меньше. Момент импульса вращающейся однородной сферы порядка MvR , где v — линейная скорость точки на поверхности и R — радиус сферы. В действительности, однако, вследствие того, что масса сферы не

скоцентрирована в точке, находящейся на расстоянии R от оси вращения, а распределена определенным образом относительно оси вращения, этот результат должен быть уменьшен для случая однородного распределения путем умножения на числовой коэффициент $2/5$ (см. гл. 8). Поэтому

$$J_{ц.м} = \frac{2}{5} \frac{2\pi M R^3}{T}, \quad (78)$$

где $T \equiv 2\pi R/v$ означает период обращения планеты относительно ее собственной оси. Для Нептуна $T \approx 16 \text{ ч} \approx 6 \cdot 10^4 \text{ сек}$ и $r \approx 1,5 \cdot 10^4 \text{ миль} \approx 2,4 \cdot 10^9 \text{ см}$. Таким образом, находим

$$J_{ц.м} \approx \frac{0,4 \cdot 6 \cdot 10^{29} \cdot (6 \cdot 10^{18})}{6 \cdot 10^4} \approx 2 \cdot 10^{43} \text{ г} \cdot \text{см}^2/\text{сек}. \quad (79)$$

Эта величина мала по сравнению со значением момента импульса относительно Солнца, приведенным выше в соотношении (77).

Аналогичная оценка величины $J_{ц.м}$ для Солнца дает $6 \cdot 10^{48} \text{ г} \cdot \text{см}^2/\text{сек}$. Если принять во внимание вращение Солнца относительно оси, проходящей через его центр, то момент импульса Солнечной системы изменится всего лишь на 2%. Любая горячая звезда может обладать моментом импульса в 100 раз большим, чем Солнце. Таким образом, можно предполагать, что при образовании планетной системы момент импульса заимствуется от остывающей звезды. Если каждая звезда образует планетную систему, проходя подобно Солнцу через все стадии своей истории, то в нашей Галактике может существовать свыше 10^{10} звезд с планетами.

6.5. Внутренний момент импульса элементарных частиц

Из опытных данных, которые подробно рассматриваются в т. IV, известно, что элементарные частицы обладают внутренним моментом импульса $J_{ц.м}$. Внутренний момент импульса обычно называется *спином момента импульса*. Спин момента импульса элементарных частиц обозначается символом S и измеряется в единицах, равных

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,0542 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек},$$

где \hbar — постоянная Планка. Мы видим, что размерность постоянной \hbar точно такая же, как и момента импульса Mvr . Значения S для некоторых элементарных частиц приведены ниже в таблице.

Частица	Спин момента импульса, S	Частица	Спин момента импульса, S
Электрон	1/2	μ^\pm -мезон	1/2
Фотон	1	π^\pm, π^0 -мезон	0
Нуклон (протон или нейтрон)	1/2	Λ^0 -гиперон	1/2
Нейтрино	1/2	K^\pm, K^0 -мезон	0