

ющее собой тепловое излучение пыли. Внеатмосферные наблюдения позволили исследовать, далёкую УФ-область спектра, вплоть до  $\lambda = 1000 \text{ \AA}$ . При этом были отождествлены ранее не наблюдавшиеся ионы. Проводятся также наблюдения П. т. в рентг. области спектра. В итоге в П. т. обнаружены: Н, He, С, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, Ar, K, Ca, Ti, Mn, Fe. Ядра П. т. имеют спектры, характерные для *Вольфа — Райе звёзд*, звёзд спектрального класса O с эмиссионными и абсорбционными линиями, а также с непрерывным спектром без заметных линий. *Светимости* ядер лежат в диапазоне  $(10-10^6) L_{\odot}$ , радиусы —  $(0,01-1) R_{\odot}$  ( $L_{\odot}, R_{\odot}$  — светимость и радиус Солнца). Массы ядер близки к массе Солнца ( $M_{\odot}$ ). Ср. масса туманностей ок.  $0,2 M_{\odot}$ . Ряд ядер П. т. является *двойными звёздами* (обнаружено ок. двух десятков). Большинство П. т. — очень далёкие объекты, и поэтому их расстояния определены весьма ненадёжно (с точностью до множителя 2 и хуже). Большая часть П. т. принадлежит промежуточной подсистеме населения *Галактики* (населению диска). Однако ряд объектов обнаружен в сферич. и плоской подсистемах, т. е. П. т. наблюдаются во всех подсистемах Галактики, кроме самой плоской, поскольку они не ассоциируются со спиральными рукавами. *Лучевые скорости*, измеренные для неск. сотен П. т., показывают, что мн. объекты имеют не круговые, а сильно вытянутые эллиптич. орбиты движения вокруг центра Галактики.

Феномен П. т. возникает на поздней стадии эволюции *звёзд* гл. последовательности умеренной массы ( $\leq 4 M_{\odot}$ ) при их прохождении по асимптотич. ветви гигантов (см. *Герцишпрунга — Расселла диаграмма*). На стадии слоевых источников энергии (горение водорода и гелия во внеш. слоях звезды) происходит выброс внеш. слоя звезды, образующего П. т. В качестве возможных механизмов такого выброса рассматриваются лучевое давление и динамич. неустойчивость внеш. слоев звезды, возникающая при тепловых пульсациях гелиевого источника в слое (возможно, и совокупность этих механизмов). После угасания гелиевого источника в слое завершается процесс ядерного горения в звезде. Звёздный остаток (ядро звезды), состоящий в основном из углерода и кислорода, проходит фазу конечного сжатия, его темп-ра повышается. Затем наступает стадия охлаждения при пост. радиусе, и звезда в конце своей эволюции превращается в *белый карлик*. За это время выброшенное вещество ионизуется (из-за роста темп-ры звезды), образуя компактную зону III, к-рая затем превращается в яркую, оптически толстую, молодую П. т. Постепенно расширяясь, туманность становится менее плотной и оптически тонкой, её поверхностная яркость падает, и в конце концов туманность становится невидимой. Скорость расширения П. т. невелика ( $\sim 20 \text{ км/с}$ ), время жизни в космич. шкале времени сравнительно мало ( $\sim 10^4-10^6$  лет). Непосредств. родоначальниками П. т. могут быть красные гиганты — полуправильные переменные или переменные типа Миры Кита (см. *Перемен-*

*ные звёзды*), а также объекты-мазеры (см. *Мазерный эффект*) OH/IR. По-видимому, значит. часть белых карликов (если не все) при образовании должна проходить через стадию П. т.

**ПЛАНЕТЫ И СПУТНИКИ.** 9 больших планет Солнечной системы подразделяются на планеты земной группы (*Меркурий, Венера, Земля, Марс*) и планеты-гиганты, или планеты группы Юпитера (*Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун*), планета *Плутон* по своим размерам и свойствам значительно ближе к спутникам планет-гигантов.

Осн. характеристики планет, включая параметры орбитального и вращат. движений, приведены в табл. 1. Гл. различие между двумя группами планет состоит в их размерах, массе и, следовательно, ср. плотности, что обусловлено разными соотношениями слагающих планеты трёх осн. компонент: газов (в первую очередь самых летучих — водорода и гелия, обладающих к тому же очень низкими темп-рами конденсации), льдов (в основном воды, аммиака, метана) и горных («скальных») пород (железа, силикатов, оксидов магния, алюминия, кальция и др. металлов). Их часто называют соответственно лёгкой, ледяной и тяжёлой компонентами.

В то время как планеты земной группы представляют собой твёрдые тела, практически целиком образованные тяжёлой компонентой, планеты-гиганты являются газожидкими (содержание тяжёлой компоненты, сосредоточенной в их ядрах, не превышает по массе неск. процентов). Юпитер в основном содержит водород и гелий (отношение He/H близко к солнечному,

Табл. 1. — Основные характеристики планет

Планета	Ср. гелиоцентрич. расстояние (большая полуось орбиты), а. е.	Эксцентриситет	Наклонение плоскости орбиты к эклиптике, град	Сидерический (орбитальный) период обращения (в земных годах)	Период вращения (в земных сутках $d$ или часах $h$ )	Экваториальный радиус, км
Меркурий	0,387	0,206	7,0	0,24	58,6 <sup>d</sup>	2439
Венера	0,723	0,007	3,4	0,62	243 <sup>d</sup>	6051,5
Земля	1,000	0,017	0	1,000	23,9 <sup>h</sup>	6378
	( $1,5 \cdot 10^8$ км)			(365,256 сут)	( $23^{\text{h}}56^{\text{m}}4,1^{\text{s}}$ )	
Марс	1,524	0,093	1,8	1,88	24,6 <sup>h</sup>	3394
Юпитер	5,203	0,048	1,3	11,86	9,9 <sup>h</sup>	71398*
Сатурн	9,539	0,056	2,5	29,46	10,2 <sup>h</sup>	60246*
Уран	19,182	0,047	0,8	84,07	17,24 <sup>h</sup> $\pm$ 4	25559
Нептун	30,058	0,009	1,8	164,8	16,02 <sup>h</sup>	24764
Плутон	39,439	0,247	17,1	248,6	6,4 <sup>h</sup>	1150

Продолжения

Планета	Объём (объём Земли = 1)	Масса (масса Земли = 1)	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Наклонение к экватору плоскости орбиты, град	Направление вращения	Число спутников	Напряжённость магн. поля на экваторе, Гс	Альbedo	Эффективная температура, К
Меркурий	0,05	0,06	5,44	<30	Прямое	нет	0,0035	0,09	435
Венера	0,90	0,82	5,24	177	Обратное	нет	—	0,75	228
Земля	1,0	1,0	5,52	23,5	Прямое	1	0,31	0,36	255
	( $1,083 \times 10^{12}$ км <sup>3</sup> )	( $5,976 \times 10^{24}$ кг)							
Марс	0,15	0,11	3,95	25,2	Прямое	2	0,0006	0,24	216
Юпитер	1318	318	1,33	3,1	Прямое	16	4,28	0,34	124
Сатурн	755	95,1	0,69	26,4	Прямое	17	0,21	0,34	95
Уран	63	14,5	1,29	98	Обратное	15	0,25	0,34	58
Нептун	58	17,2	1,64	29	Прямое	8	0,13	0,31	59
Плутон	0,006	0,002	2,03	?	Прямое	1	—	0,50	37

\* Значение, соответствующее уровню с давлением в атмосфере 1 бар.

т. е. 0,2 по массе), а у Сатурна и особенно у Урана и Нептуна сильно возрастает вклад ледяной компоненты, достигающей, вероятно, у последних 85—90%. Твёрдой поверхности ни одна из планет группы Юпитера не имеет.

Как следует из табл. 1, существенно различаются также характеристики поступательно-вращат. дви-