

ставляет 1150 км (0,66 радиуса Луны), его объём ок. 0,006, а масса ок. 0,002 соответственно объёма и массы Земли. Согласно оценкам, ср. плотность $\approx 2,03$ г/см³. Спутник Харон, открытый в 1978 Дж. Х. Кристи (J. H. Christy) и Р. Харрингтоном (R. Harrington), обращается с периодом, равным периоду вращения самой планеты (6,4 земных суток) на расстоянии 18,5 тыс. км от её центра (16 радиусов Плутона), т. е. находится на синхронной орбите. Радиус Харона оценён равным 560 км, масса $\approx 1/30$ массы П., что почти втрое превышает отношение масс Луны и Земли (1/81,4). Плотность, по-видимому, аналогична плотности П. Система Харон — Плутон представляет собой уникальный пример естеств. синхронного спутника в Солнечной системе.

Угл. поперечник П. $\sim 0,1^\circ$. Кол-во солнечной энергии, достигающей Плутона, около 0,9 Вт/м², что составляет 0,06% от солнечной постоянной, равной 1370 Вт/м². Альbedo П. $\approx 0,40$, эффективная темп-ра 37К. На поверхности П. методами спектроскопии обнаружен метановый лёд, чему отвечает приведённое значение альbedo. По существующим представлениям, планета и её спутник, возможно, в значит. части состоят из метанового льда, если допустить, что в процессе эволюции не происходило заметной дифференциации слагающего вещества. В рамках др. модели П. мог сформироваться при наличии клатрат-гидратов метана (СН₄·8Н₂О) с последующим их разложением в процессе внутр. эволюции, дегазацией СН₄ и образованием протяжённой оболочки метанового льда. Для обеих моделей, исходя из значений ср. плотности, следует предполагать, что существ. часть слагающего П. вещества составляет тяжёлая (скальная) компонента. С периодич. сублимацией метана с поверхности вблизи подсолнечной точки, особенно в районе перигелия, может быть связано образование на П. крайне разреженной метановой атмосферы, вероятно, почти полностью исчезающей ночью.

По своим размерам, массе и физ. свойствам П. больше похож не на планету, а на крупный спутник планет-гигантов. Не случайно поэтому рассмотрены модели, согласно к-рым Плутон был раньше спутником Нептуна. Потеря произошла либо из-за его тесного сближения с Тритоном (спутником Нептуна), в результате чего движение Тритона стало обратным, а П. был выброшен из системы Нептуна, либо из-за мощного приливного воздействия, испытанного системой Нептуна от гипотетич. тела сопоставимых с ним размеров (десятой планеты?) при довольно близком прохождении. Рассмотренные модели пока не имеют достаточно строгого обоснования.

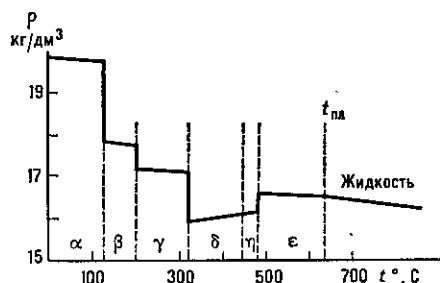
Лит.: Маров М. Я., Планеты Солнечной системы, 2 изд., М., 1986. М. Я. Маров.

ПЛУТОНИЙ (Plutonium), Pu, — искусств. радиоактивный хим. элемент III группы периодич. системы элементов Менделеева, ат. номер 94, *трансурановый элемент*, относится к *актиноидам*. Получены изотопы ²³²Pu — ²⁴⁶Pu; среди продуктов взрыва термоядерных бомб обнаружены также ²⁴⁷Pu и ²⁵⁰Pu. Наиб. устойчив малодоступный ²⁴⁴Pu (α -распад и спонтанное деление, $T_{1/2} = 8,2 \cdot 10^7$ лет, ат. масса 244,0642). Наибольшее применение имеет ²³⁹Pu (α -распад и спонтанное деление, $T_{1/2} = 2,41 \cdot 10^4$ лет, ат. масса 239,0522), практически важны также ²³⁸Pu ($T_{1/2} = 87,7$ лет), ²⁴⁰Pu ($T_{1/2} = 6,56 \cdot 10^3$ лет), ²⁴¹Pu ($T_{1/2} = 14,34$ лет) и ²⁴²Pu ($T_{1/2} = 3,76 \cdot 10^5$ лет). Ничтожные кол-ва П., образующиеся в урановых рудах за счёт разл. ядерных реакций, обнаружены в природе (содержание 0,4—15 частей Pu на 10^{12} частей U).

Первый нуклид ²³⁸Pu открыт в 1940 Г. Т. Сибборгом (G. Th. Seaborg), Э. М. Мак-Милланом (E. M. McMillan), Дж. Э. Кеннеди (J. E. Kennedy) и А. Ч. Валом (A. Ch. Wahl). Электронная конфигурация внеш. оболочек $5s^2p^6d^{10}f^6s^2p^6s^2$. Энергия ионизации 5,71 эВ. Металлич. радиус 0,158—0,162 нм, радиусы ионов Pu³⁺, Pu⁴⁺, Pu⁵⁺ и Pu⁶⁺ (отвечающие координац. числу 6) равны 0,100;

0,086; 0,074 и 0,071 нм соответственно. Значение электрострицательности 1,1—1,2.

В свободном виде хрупкий серебристо-белый металл. Особенность П. состоит в том, что при темп-рах от комнатной до $t_{пл} = 640^\circ\text{C}$ он существует в виде 6 модификаций: α , β , γ , δ , η (последнюю обозначают также δ') и ϵ , темп-ры перехода между к-рыми, по разным данным, составляют соответственно 112 — 122°C , 185 — 205°C , 310 — 318°C , 452 — 458°C , 476 — 480°C . При высоких темп-рах и давлениях возможно существование и др. модификаций металлич. П. α -Pu обладает моноклинной решёткой с параметрами $a = 0,6183$, $b = 0,4822$, $c = 1,0963$ нм и углом $\beta = 101,79^\circ$. Плотность α -Pu 19,86 кг/дм³ (изменение плотности П. с ростом темп-ры см. на рис.), $t_{кип} = 3235$ — 3350°C , теплоёмкость α -Pu $c_p = 35,5$ Дж/(моль·К), теплота плавления 2,834 кДж/моль. Уд. электр. сопротивление α -Pu 1,4645 мкОм·м (при 273 К), уд. магн. восприимчивость $2,28 \cdot 10^{-9}$ (при 273 К), теплопроводность П.



Зависимость плотности Pu от температуры.

4,65—5,80 Вт/(м·К) (при 200—400 К). Ср. значения коэф. теплового расширения для α -, β -, γ -, δ -, η - и ϵ -модификаций (в единицах 10^{-6}K^{-1}) 42,4, 20,9, 60,0, —15,4, —27,5 и 36,4 соответственно.

При комнатной темп-ре твёрдость по Виккерсу металлич. П. 2,4—2,7 ГПа, для α -Pu (при 20°C) модуль нормальной упругости 98,4 ГПа, модуль сдвига 42,7 ГПа, модуль объёмного сжатия 48,4 ГПа.

По хим. свойствам П. — наиб. активный элемент среди актиноидов. В соединениях проявляет степени окисления от +3 до +7 (наиб. устойчивая +4). Компактный П. на воздухе окисляется медленно, в раздробленном виде самовозгорается на воздухе.

Важнейшие соединения П.: PuF₆ (легкокипящая жидкость, термически значительно менее стабилен, чем UF₆), твёрдые оксид PuO₂, карбид PuC и нитрид PuN, к-рые в смесях с соответствующими соединениями урана могут использоваться как ядерное горючее.

Осн. применение получил ²³⁹Pu как делящийся материал в ядерных реакторах и ядерном оружии. Критич. масса его α -модификации 5,6 кг (шар диаметром 4,1 см). ²³⁹Pu используется в «атомных» электр. батареях, обладающих длит. сроком службы. Изотопы П. служат сырьём для синтеза трансплутониевых элементов (Am и др.). П. и его соединения сильно токсичны.

Лит.: Плутоний. Справочник, под ред. О. Вика, пер. с англ., т. 1—2, М., 1971—73; Вдовенко В. М., Курчатов В. В., Первый советский плутоний, «Радиохимия», 1968, т. 10, в. 6, с. 696; Keller C., Plutonium kein Element aus der Retorte, «GIT. Fachz. Lab.», 1985, Bd 29, № 7, S. 704. С. С. Бердосов.

p — n-ПЕРЕХОД (электронно-дырочный переход) — слой с пониженной электропроводностью, образующийся на границе полупроводниковых областей с электронной (n-область) и дырочной (p-область) проводимостью. Различают гомопереход, получающийся в результате изменяющегося в пространстве легирова-