

**Гелия атом.** Гелий (химический символ He, лат. Helium, от греч. *Hēlios* — Солнце) — второй элемент периодической системы. Электронная оболочка атома гелия состоит из двух электронов (см. *Атомы*). Существуют два стабильных изотопа гелия:  ${}^4\text{He}$  (природная распространённость на Земле, в т.ч. в атмосфере, 99,99987 %) и  ${}^3\text{He}$ . В ядре атома  ${}^4\text{He}$  содержатся два протона и два нейтрона, а в ядре  ${}^3\text{He}$  — два протона и один нейтрон. Масса атома  ${}^4\text{He}$  равна 4,00260 а.е.м. Ион  $\text{He}^+$  подобен атому водорода (имея вдвое меньшие размеры), а ион  ${}^4\text{He}^{++}$  (т.е. ядро атома  ${}^4\text{He}$ ) является  $\alpha$ -частицей.

Атом гелия уникален во многих отношениях. В невозбуждённом (основном) состоянии, в котором его электроны формируют К-слой ( $1s^2$ ), диаметр атома гелия составляет всего 0,06 нм (меньше, чем у любого другого элемента). Энергия, необходимая для отрыва электрона от атома гелия, т.е. энергия его однократной ионизации (24,59 эВ), как и энергия перехода из основного состояния в первое возбуждённое (19,82 эВ) — наибольшие среди атомов.

В зависимости от взаимной ориентации собственных моментов (спинов) электронов суммарный спин  $S$  электронной оболочки атома гелия может быть равен либо 1 (спины «параллельны»), либо 0 (спины «антипараллельны»). Состояния с  $S = 0$  называют синглетными (или пара-состояниями), а с  $S = 1$  — триплетными (или орто-состояниями). Основное состояние атома гелия — синглетное, а возбуждённые состояния могут быть как синглетными, так и триплетными. Переходы с испусканием или поглощением света (излучательные переходы) между пара- и орто-состояниями имеют крайне малую вероятность. По этой причине спектральные линии гелия делятся на две характерные группы. Первая соответствует переходам только между синглетными состояниями, вторая — только между триплетными. По той же причине при отсутствии внешних воздействий (например, в разреженной межзвёздной среде) в первом возбуждённом состоянии (которое является триплетным) атом гелия может находиться около 1,6 часа (тогда как типичное время жизни атомов в возбуждённых состояниях порядка  $10^{-8}$  с).

В обычных условиях гелий — атомарный газ без цвета и запаха. Плотность  ${}^4\text{He}$  при давлении 1 атм и температуре  $0^\circ\text{C}$  равна  $0,179 \text{ кг/м}^3$ . Из-за малости взаимодействия атомов друг с другом, гелий имеет уникально низкую температуру перехода в жидкое состояние. Для  ${}^4\text{He}$  она равна 4,22 К (т.е.  $-268,93^\circ\text{C}$ ). При охлаждении до 2,17 К ( $-270,98^\circ\text{C}$ ) жидкий  ${}^4\text{He}$  переходит в сверхтекучее состояние. Свойство сверхтекучести присуще и  ${}^3\text{He}$ . Гелий — единственное вещество, которое при давлении 1 атм и температуре, стремящейся к абсолютному нулю (0 К, или  $-273,15^\circ\text{C}$ ), не переходит в твёрдое состояние. Для такого перехода необходимо давление не менее  $2,5 \cdot 10^6$  Па.

Обладая весьма прочной замкнутой электронной оболочкой, атом гелия практически не вступает в соединения с другими атомами (и не способен присоединить к себе «лишний» электрон, т.е. образовать устойчивый анион  $\text{He}^-$ ). Тем не менее, при взаимодействии возбуждённых атомов гелия может сформироваться крайне неустойчивая молекула  $\text{He}_2$  (подобные молекулы называют атомными димерами). Энергия её диссоциации крайне мала (6,2 мкэВ), а межъядерное расстояние — по атомным масштабам — весьма велико (10,6 нм).

Гелий — второй по распространённости (после водорода) химический элемент во Вселенной. Он составляет около 23% (по массе) вещества звёзд и газовых облаков нашей Галактики. Согласно современным представлениям астрофизики, не менее 95 % гелия возникли в результате образования ядер в течение первых 100 с после «Большого взрыва», положившего начало эволюции Вселенной. Практически весь остальной гелий был синтезирован в недрах звёзд в результате *термоядерных реакций*. Гелий образуется также и при альфа-распаде тяжёлых радиоактивных ядер (что приводит к его накоплению в горных породах). В атмосфере Земли содержание гелия составляет около  $5 \cdot 10^{-4}$  % (по объёму).

Гелий широко используется в технике и в научных экспериментах. Газообразный гелий — как инертный компонент при резке и сварке металлов, при выращивании монокристаллов, как

компонент рабочей среды некоторых типов лазеров и т.д. Жидкий гелий — для охлаждения различных устройств (например, детекторов излучения), для получения сверхнизких температур.

Гелий открыт в 1868 г. при исследовании спектра испускания Солнца.

*М.Б. Шундалов, А.А. Сокольский*

Энциклопедия для школьников и студентов в 12 томах.

Том 5. Химия. Биология. Минск, Беларуская энцыклапедыя ім. П. Броўкі, 2016.