

15. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

Первый постулат Бора: атомы в отсутствие внешних воздействий могут длительное время находиться в устойчивых (стационарных) состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n ; в стационарном состоянии атом не излучает электромагнитные волны.

Боровские радиусы

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2},$$

где m_e — масса электрона; r_n — n -й боровский радиус; $\hbar = h/(2\pi) = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж · с; h — постоянная Планка.

Второй постулат Бора: при переходе атома из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один фотон (квант электромагнитной энергии). Энергия фотона равна разности энергий атома в двух его стационарных состояниях:

$$h\nu_{mn} = E_m - E_n,$$

где h — постоянная Планка; ν_{mn} — частота колебаний, соответствующая испускаемому (или поглощаемому) кванту излучения; m, n — номера стационарных состояний; E_m, E_n — энергия атома в стационарных состояниях. Если $E_m > E_n$, то атом излучает фотон; если $E_m < E_n$, то атом поглощает фотон.

Энергия связи частиц атомного ядра определяется выражением

$$E_{\text{св}} = c^2 \Delta M,$$

где c — скорость света в вакууме; ΔM — дефект массы, т. е. разность между суммой масс протонов и нейтронов, образующих ядро, и массой ядра.

Дефект массы выражается уравнением

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

где Z — количество протонов в ядре; N — количество нейтронов; m_p , m_n — массы свободных протона и нейтрона; $M_{\text{я}}$ — масса ядра.

Так как $M_{\text{я}} = M_{\text{а}} - Zm_e$, где m_e — масса электрона, $M_{\text{а}}$ — масса атома, то

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - (M_{\text{а}} - Zm_e)$$

или

$$\Delta M = Z(m_p + m_e) + Nm_n - M_{\text{а}}$$

Атомная единица массы (а.е.м.) — масса, равная $1/12$ массы атома изотопа углерода ${}^{12}_6\text{C}$:

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Электронвольт (эВ) — единица энергии, равная энергии, которую приобретает частица, обладающая элементарным электрическим зарядом (зарядом, равным заряду электрона), проходя разность потенциалов 1 В:

$$1 \text{ эВ} = 1,60207 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Энергетический эквивалент атомной единицы массы равен

$$(1 \text{ а.е.м.}) \cdot c^2 = 931,5 \text{ МэВ.}$$

Энергия ядерной реакции определяется выражением

$$Q = (\Sigma M_1 - \Sigma M_2) \cdot c^2,$$

где ΣM_1 , ΣM_2 — суммы масс ядер и частиц до и после реакции соответственно.

Если $\Sigma M_1 > \Sigma M_2$, то энергия выделяется, если $\Sigma M_1 < \Sigma M_2$, то энергия поглощается.

Массовое число ядра A — это общее количество нуклонов в ядре

$$A = Z + N,$$

где Z , N — количество протонов и нейтронов в ядре соответственно.

Закон радиоактивного распада имеет вид

$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T} = N_0 \cdot e^{-\lambda t},$$

где N_0 — количество ядер в начальный момент времени; N — количество ядер в момент времени t ; T — период полураспада; $\lambda = \ln 2 / T$ — постоянная радиоактивного распада.