

# **ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ**

# ЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ

*Ядерная реакция* – это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры ядра и выделением вторичных частиц или  $\gamma$ -квантов.

# ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

Для реакции типа  $\frac{A_1}{Z_1}X_1 + \frac{A_2}{Z_2}X_2 = \frac{A_3}{Z_3}X_3 + \frac{A_4}{Z_4}X_4$  законы сохранения можно представить так

1. Закон сохранения *числа нуклонов*

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

2. Закон сохранения *заряда*

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

3. Закон сохранения *релятивистской полной энергии*

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4$$

4. Закон сохранения *импульса*

$$p_1 + p_2 = p_3 + p_4$$

# ЭНЕРГИЯ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

*Энергия реакции или энергетический выход* - это кинетическая энергия выделяющаяся или поглощающаяся в процессе реакции. Она определяется как разность масс начального и конечного состояний системы.

$$Q = c^2[(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)] = \Delta mc^2$$

где  $m_1$  – масса покоя ядра-мишени,  $m_2$  – масса покоя бомбардирующей частицы,

$m_3$  и  $m_4$  – массы образовавшихся продуктов,

Если  $Q > 0$ , то энергия *выделяется*, энергетический эффект положителен, реакция *экзотермическая*.

Если  $Q < 0$ , то энергия *поглощается*, энергетический эффект отрицателен, реакция *эндотермическая*.

Величина  $\Delta m$  называется *дефектом масс*

# ПОРОГОВАЯ ЭНЕРГИЯ

*Порог реакции* или *пороговая энергия* - минимальная кинетическая энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат, при которой реакция становится возможной.

$$T_{\text{пор}} = \frac{m + M}{M} |Q|$$

где  $m$  и  $M$  – массы налетающей частицы и ядра мишени;

$Q$  – энергия реакции или энергетический выход

# ФОРМУЛА БРЕЙТА-ВИГНЕРА

**Формула Брейта-Вигнера** описывает энергетическую зависимость сечения ядерной реакции или реакции между частицами вблизи резонансного значения в случае изолированного резонанса.

$$\sigma_i = \pi \hat{\lambda}_i^2 \frac{\Gamma_i \cdot \Gamma}{(E - E_0)^2 + \left(\frac{\Gamma}{2}\right)^2} \frac{\Gamma_p}{\Gamma}$$

где

$\Gamma$  – полная полуширина уровня на половине его высоты,

$\hat{\lambda}_i$  - длина волны налетающей;  $E$  – энергия налетающей частицы,  $E_0$  – энергия резонанса;

$\Gamma_i$  - парциальная полуширина

$\Gamma_\gamma$  - радиационная полуширина,

$\Gamma_n$  - нейтронная

$\Gamma = \Gamma_\gamma + \Gamma_n + \dots$  - полная полуширина резонансного уровня и его составляющие (парциальные ширины).  
 $E$  – энергия налетающей частицы,  $E_0$  – энергия резонанса.

# ВЫХОД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

*Выходом ядерной реакции* называется число случаев реакции, отнесённое к числу бомбардировавших мишень частиц.

$$Y = \frac{\nu}{N_0} = n \int_0^R \sigma(x) dx = n \langle \sigma \rangle R$$

где  $Y$  – выход реакции;  $n$  – концентрация ядер мишени, яд/см<sup>3</sup>;

$\langle \sigma \rangle$  – среднее сечение реакции, см<sup>2</sup>;  $x$  – толщина мишени, см;

$R$  – пробег частицы в веществе, см.