

XI. Квантовая физика

1. Атомная и ядерная физика

Энергия кванта электромагнитной волны (в т.ч. света) или, другими словами, энергия фотона вычисляется по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Импульс фотона:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта (ЗСЭ):

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\text{max}}$$

Максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов при фотоэффекте может быть выражена через величину задерживающего напряжение U_3 и элементарный заряд e :

$$\left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\text{max}} = eU_3 = A_{\text{эл. поля}}$$

Существует граничная частота или длина волны света (называемая красной границей фотоэффекта) такая, что свет с меньшей частотой или большей длиной волны не может вызвать фотоэффект. Эти значения связаны с величиной работы выхода следующим соотношением:

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{min}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$$

Второй постулат Бора или правило частот (ЗСЭ):

$$h\nu_{nm} = |E_n - E_m|$$

В атоме водорода выполняются следующие соотношения, связывающие радиус траектории вращающегося вокруг ядра электрона, его скорость и энергию на первой орбите с аналогичными характеристиками на остальных орбитах:

$$R_n = R_1 \cdot n^2 \quad v_n = \frac{v_1}{n} \quad E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

На любой орбите в атоме водорода кинетическая (K) и потенциальная (Π) энергии электрона связаны с полной энергией (E) следующими формулами:

$$K_n = |E_n| = -E_n \quad \Pi_n = 2E_n = -2K_n$$

Общее число нуклонов в ядре равно сумме числа протонов и нейтронов:

$$A = Z + N$$

Дефект массы:

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

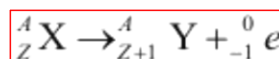
Энергия связи ядра выраженная в единицах СИ:

$$E_{\text{св}} = \Delta Mc^2 = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}})c^2$$

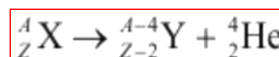
Энергия связи ядра выраженная в МэВ (где масса берется в атомных единицах):

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot 931,5$$

Формула альфа-распада:



Формула бета-распада:

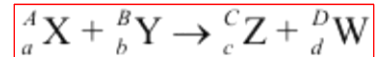


Закон радиоактивного распада, где: T – период полураспада:

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

2. Ядерные реакции

Для произвольной ядерной реакции описываемой формулой вида:



Выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned} a + b &= c + d \\ A + B &= C + D \end{aligned}$$

Энергетический выход такой ядерной реакции при этом равен:

$$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2 = \Delta Mc^2$$

3. Основы специальной теории относительности

Релятивистское сокращение длины:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

Релятивистское удлинение времени события:

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

Релятивистский закон сложения скоростей. Если два тела движутся навстречу друг другу, то их скорость сближения:

$$V = \frac{V_1 + V_2}{1 + \frac{V_1 \cdot V_2}{c^2}}$$

Энергия покоя тела:

$$E_0 = m_0 c^2$$

Любое изменение энергии тела означает изменение массы тела и наоборот:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

Полная энергия тела:

$$E = mc^2$$

Полная энергия тела E пропорциональна релятивистской массе и зависит от скорости движущегося тела, в этом смысле важны следующие соотношения:

$$E = E_0 + \Delta E \quad m = m_0 + \Delta m$$

Релятивистское увеличение массы:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

Кинетическая энергия тела, движущегося с релятивистской скоростью:

$$E_k = \Delta E = E - E_0$$

Между полной энергией тела, энергией покоя и импульсом существует зависимость:

$$E^2 = E_0^2 + p^2 c^2$$