

О ДЕФЕКТЕ МАССЫ И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ

Получена 5.01.2013, опубликована 13.01.2013, № 12495

© **Воронков С.С.**

доцент, к.т.н

Контакт с автором: vorss60@yandex.ru

Аннотация

Рассматриваются традиционные представления физики о дефекте массы и представления, вытекающие из признания мировой среды. Показано, что формула Эйнштейна, связывающая энергию и массу, выражает упругие свойства мировой среды. Анализируются ядерные реакции, в которых возможно выделение энергии.

Приведем общепризнанную точку зрения физики XX века на дефект массы. В теории относительности энергия связана с массой формулой Эйнштейна

$$E = mc^2, \quad (1)$$

где E – энергия, m – масса, c – скорость света.

Эта формула лежит в основе энергетических расчетов ядерной физики.

На микроуровне при ядерных реакциях опытным путем установлено, что масса ядра всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов (протонов и нейтронов). Это явление получило название дефекта массы. В качестве примера вычислим массу ядра гелия, состоящего из двух протонов и двух нейтронов. Сумма масс протонов и нейтронов будет равна [1]

$$2 \cdot m_p + 2 \cdot m_n = 2 \cdot 1,00728 + 2 \cdot 1,00867 = 4,0319 \text{ а.е.м.}, \quad (2)$$

где m_p – масса протона, m_n – масса нейтрона.

Масса ядра гелия составляет 4,0026 а.е.м., то есть примерно на 0,03 а.е.м. меньше суммы масс протонов и нейтронов (2).

В общем случае дефект массы Δm вычисляется по формуле

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M, \quad (3)$$

где M – масса ядра, Z – число протонов, A – массовое число, $(A - Z)$ – число нейтронов.

Из формулы Эйнштейна (1) следует, что каждому изменению массы соответствует определенное изменение энергии. Дефект массы служит мерой энергии связи ядра $E_{\text{св}}$

$$E_{\text{св}} = \Delta mc^2. \quad (4)$$

Полная энергия связи ядра определяется величиной той работы, которую нужно совершить для расщепления ядра на составляющие его нуклоны. Так как при образовании ядра происходит уменьшение его массы, из этого делается вывод на основании закона сохранения энергии, что при этом должна выделяться энергия, равная энергии связи (4).

На рис. 1 приведена зависимость удельной энергии связи атомных ядер от массового числа.

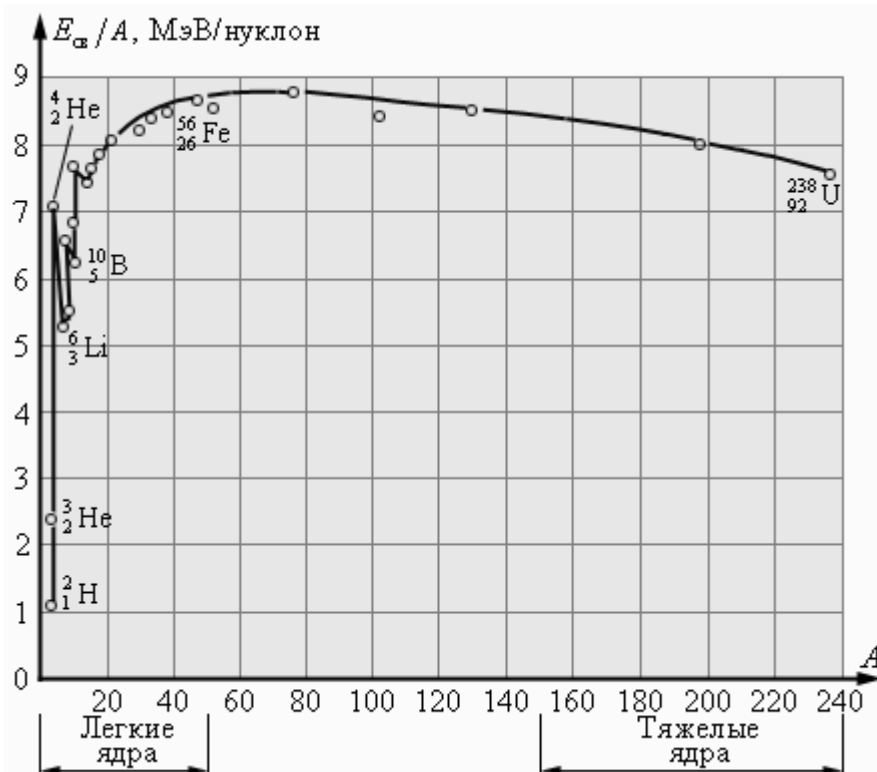


Рис. 1. Зависимость удельной энергии связи атомных ядер от массового числа

Анализ представленной зависимости показывает, что энергия будет выделяться при таких ядерных реакциях, при которых удельная энергия связи продуктов реакции будет превышать удельную энергию связи исходных ядер. Это условие выполняется в двух случаях:

- деление тяжелых ядер;
- синтез легких ядер.

Современная атомная энергетика использует ядерные реакции деления тяжелых ядер. Считается, что ядерные реакции синтеза легких ядер энергетически более выгодны, но на сегодня управляемые реакции (так называемый управляемый термоядерный синтез – УТС) так и не получены. Хотя разрабатывается это направление уже более 60 лет. Физики при разработке этого направления столкнулись со значительными техническими трудностями, такими как необходимость достижения сверхвысоких температур, удержания плазмы и др., без решения которых не удастся подступиться к УТС. Не умаляя заслуг физиков в этой области, взглянем критически на возможность выделения ядерной энергии в реакциях синтеза легких ядер с позиции признания мировой среды, развиваемой в работе [2]. Как отмечал Максвелл [3]: «Всегда важно иметь две точки зрения на один и тот же предмет и допускать, что возможны две различные точки зрения на предмет».

Физике XX века не удалось устранить противоречия в определениях массы и ответить на следующие вопросы. Что такое инертная и гравитационная масса? Зависит ли масса от

скорости? Что такое релятивистская масса? Что такое дефект массы? Как масса может переходить в энергию (формула Эйнштейна)? Те немногочисленные публикации по этому вопросу Окуня, Розмана, Храпко [4,5,6] не устраняют существующих противоречий, а скорее переводят рассмотрение в формально-математическую плоскость. Следует отметить работу Репченко [7], в которой автор пытается понять причины появления у физических объектов свойств массы и зарядов, выявить внутренние механизмы взаимодействий и влияния полей.

В работе [2] показано, что масса тела есть мера взаимодействия вещества с мировой средой. Все атомы, молекулы, тела «погружены» в мировую среду, состоящую из электронов. Любой нуклон атома, молекулы, тела со всех сторон окружен этой средой, нуклоны с ней контактируют, взаимодействуют, соприкасаются. Эта среда, с одной стороны, заполняет все пространство, а с другой стороны, является составным элементом всех атомов, молекул, тел, состоящих из нуклонов и электронов. Рассмотрим модель ядра из двух нуклонов – рис. 2.

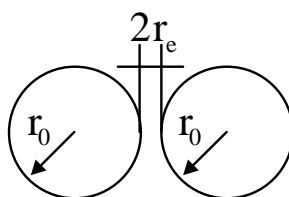


Рис. 2. Модель ядра из двух нуклонов; r_0 – радиус нуклона; r_e – радиус электрона.

Нуклоны окружены со всех сторон электронами. На сближение нуклонов, на расстояние, меньшее $2r_e$, необходимо затрачивать энергию, идущую на преодоление сил упругости мировой среды. Мировая среда, как показано в [2], сжимаема. Коэффициент сжимаемости β_ϕ и модуль упругости G мировой среды определяются как

$$\beta_\phi = \frac{1}{\eta} \frac{d\eta}{d\phi} = \frac{1}{\eta c^2} = \frac{1}{2,42 \cdot 10^{16} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} = 4,6 \cdot 10^{-34} \text{ м}^2 / \text{Н}, \quad (5)$$

$$G = \frac{1}{\beta_\phi} = \eta c^2 = 2,42 \cdot 10^{16} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,18 \cdot 10^{33} \text{ Н/м}^2, \quad (6)$$

где η – плотность электрона и, соответственно, мировой среды; ϕ – электрический потенциал; c – скорость света.

Рассмотрим фиксированный объем мировой среды V . Мировая среда обладает плотностью η и модулем упругости G . Умножим объем на модуль упругости. Получим

$$E = V \cdot G = V\eta c^2 = mc^2, \quad (7)$$

где $m = V \cdot \eta$ – масса мировой среды объемом V .

Формула (7) представляет собой формулу Эйнштейна (1). Из нашего рассмотрения вытекает, что формула Эйнштейна (1) фактически выражает упругие свойства мировой среды.

Вернемся к модели ядра. Предположим, что нам удалось преодолеть силы упругости и сблизить нуклоны на расстояние, меньшее $2r_e$. Это приведет к следующему:

1. между нуклонами возникнет «ядерная сила», действующая со стороны мировой среды;
2. масса ядра из двух нуклонов будет меньше суммы масс нуклонов, то есть возникает дефект масс. Действительно, в нашем представлении масса – мера взаимодействия

вещества с мировой средой. При сближении нуклонов на расстояние, меньшее $2r_c$, уменьшается поверхность взаимодействия нуклонов с мировой средой и, соответственно, их масса;

3. два нуклона в ядре аналогичны сжатой пружине; из нашего рассмотрения следует, что для синтеза легких ядер необходимо затрачивать энергию, идущую на преодоление сил упругости мировой среды; выделение энергии при синтезе легких ядер отсутствует;
4. так как два нуклона в ядре аналогичны сжатой пружине, то при делении легких ядер при определенных условиях возможно выделение энергии.

Полученный вывод о возможности выделения энергии в ядерных реакциях при делении легких ядер важен. В природе этот процесс, как установлено сравнительно недавно в работах Лекомцева [8], реализовывается в шаровой молнии.

Выводы

1. Дефект массы получает простую наглядную интерпретацию, если принять определение массы как меры взаимодействия вещества с мировой средой.
2. Установлено, что формула Эйнштейна, связывающая энергию и массу, выражает упругие свойства мировой среды.
3. Ядерные реакции синтеза легких ядер идут с поглощением энергии. Вывод о выделении энергии при синтезе легких ядер делается на основании интерпретации формулы Эйнштейна как закона сохранения массы-энергии и является неверным.
4. Проведенное модельное рассмотрение взаимодействия двух нуклонов в ядре показывает, что в ядерных реакциях при делении легких ядер возможно выделение энергии.

Литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. – 23-е изд., стереотипное. – Л.: Химия, 1983. – 704 с.
2. Воронков С.С. Общая динамика. – Псков: Квадрант, 2008. – 155 с. Электронный вариант работы представлен на сайте: <http://vorss60.narod.ru>
3. Максвелл Дж. К. О Фарадеевых силовых линиях. С. 8-104. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. – М.: Гос. изд-во техн.-теор. л-ры, 1952. – 687 с.
4. Окунь Л.Б. Понятие массы. УФН, т. 158, вып. 3, 1989, с. 511-530.
5. Розман Г.А. Специальная теория относительности. Псков: Изд-во ПО ИПКРО, 1995. – 107 с.
6. Храпко Р.И. Что есть масса? УФН, т. 170, № 12, 2000, с. 1363-1366.
7. Репченко О.Н. Полевая физика или как устроен Мир? – М.: УРСС, 2011. – 320 с.
8. Лекомцев В.А. Ядерные процессы в шаровой молнии. – LAP, 2012. – 230 с.