

**О ФОРМУЛЕ ЭЙНШТЕЙНА ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ МАССЫ И ЭНЕРГИИ
И НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ**

© Воронков С.С.

Контакт с автором: vorss60@yandex.ru*Аннотация*

Рассматривается формула Эйнштейна эквивалентности массы и энергии. Показано, что ядерные реакции синтеза легких ядер требуют затраты энергии, идущей на преодоление сил упругости электронной среды. Для сближения двух нуклонов на расстояния, меньшие, чем размер электрона, необходимо совершить работу по вытеснению электрона из области между нуклонами. Ядро из двух нуклонов представляет собой «сжатую пружину». При отделении (отрыве) нуклона от ядра энергия, запасенная в ядре и равная работе по вытеснению электрона из области между нуклонами, будет выделяться.

В основе физики XX века лежат теории А. Эйнштейна. Детальный критический анализ теории относительности проведен в работе [1]. Здесь мы более подробно остановимся на анализе формулы Эйнштейна эквивалентности массы и энергии [2]

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

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

неверная интерпретация которой сдерживает развитие ядерной физики.

Для понимания нового подхода необходимо пересмотреть базовые понятия, такие как масса, электрический заряд, ядерные силы и др. Это выполнено в работе [1]. Приведем основные определения.

Эфир – мировая среда представляет собой сплошную непрерывную среду, состоящую из электронов и заполняющую все пространство, в которой электроны сохраняют ближний порядок. Пустого пространства не существует.

Электрический заряд – количество электричества, измеряемое в современной физике в Кулонах, соответствует объему электронной среды. Поэтому понятие «электрический заряд» является в физике избыточным, усложняющим простые представления. У элементарной частицы – электрона – нет никакого электрического заряда, а есть объем. Электрический заряд электрона тождественен его объему. Избыток электронов внутри тела приводит к увеличению плотности электронной среды, что соответствует отрицательному заряду; недостаток электронов внутри тела приводит к уменьшению плотности электронной среды, что соответствует положительному заряду.

Масса тела есть мера его взаимодействия с электронной средой.

Ядерные силы – это силы, действующие на нуклоны со стороны электронной среды и возникающие при сближении нуклонов на расстояния, меньшие, чем линейный размер электрона – рис. 1. При сближении нуклонов на столь малые расстояния электронная среда

из этой области вытесняется, и возникают ядерные силы, действующие со стороны электронной среды и «прижимающие» нуклоны друг к другу.

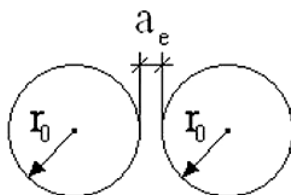


Рис. 1. Модель ядра из двух нуклонов; r_0 – радиус нуклона; a_e – линейный размер электрона.

Дефект массы: масса ядра всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов (протонов и нейтронов). Масса тела есть мера его взаимодействия с электронной средой. В ядре из двух нуклонов уменьшается поверхность взаимодействия с электронной средой по сравнению с двумя свободными нуклонами, что и приводит к дефекту массы.

Электронная среда сжимаема. Коэффициент сжимаемости β_ϕ и модуль упругости G электронной среды определяются как

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

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

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

Заблуждения в теории, вытекающие из формулы Эйнштейна $E=mc^2$

Формула Эйнштейна (1) преподносится как верх теоретической мысли XX века. Эта формула якобы лежит в основании современной атомной энергетики. Но так ли это на самом деле?

Покажем, что эта формула выражает упругие свойства электронной среды. Электронная среда, формулы (2) и (3), сжимаема. Рассмотрим фиксированный объем электронной среды V . Электронная среда обладает плотностью η и модулем упругости G . Умножим объем на модуль упругости. Тогда получим

$$E = V \cdot G = V\eta c^2 = mc^2, \quad (4)$$

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

Формула (4) представляет собой формулу Эйнштейна (1). Из нашего рассмотрения вытекает, что формула Эйнштейна (1) фактически выражает упругие свойства электронной среды.

Аналогичную формулу можно получить для воздуха. Найдем коэффициент сжимаемости β_p и модуль упругости G воздуха

$$\beta_p = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{d\rho} = \frac{1}{\rho a^2} = \frac{1}{1,2 \cdot (343)^2} = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{Н}, \quad (5)$$

$$G = \frac{1}{\beta_p} = \rho a^2 = 1,2 \cdot (343)^2 = 1,41 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2, \quad (6)$$

где ρ , p – плотность и давление воздуха, соответственно; a – скорость звука.

Рассмотрим фиксированный объем воздушной среды V . Тогда для воздуха получим

$$E = V \cdot G = V \rho a^2 = m a^2, \quad (7)$$

где $m = V \cdot \rho$ – масса воздуха объемом V .

Формула (7), запишем ее в виде

$$E = m a^2, \quad (8)$$

аналогична формуле Эйнштейна (1). Но из анализа формулы (8) мы не делаем вывода, что масса воздуха эквивалентна энергии.

В формулах (1) и (8) используется формальное совпадение размерности энергии (Дж = Н·м) и модуля упругости, умноженного на объем ($\frac{Н}{м^2} \cdot м^3 = Н \cdot м$).

Формула Эйнштейна (1) лежит в основе энергетических расчетов ядерной физики. Но управляемые ядерные реакции синтеза легких ядер, которые по теории энергетически более выгодны, на сегодня так и не получены.

Как показано в работе Эткина [3], постулат А. Эйнштейна об эквивалентности массы и энергии противоречит закону сохранения энергии и не соответствует существу дела.

Вывод № 1

При синтезе легких ядер возникает дефект массы, масса ядра всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов. Из формулы Эйнштейна $E=mc^2$, рассматривая ее как закон сохранения энергии-массы, делается вывод, что при синтезе легких ядер будет выделяться энергия: $\Delta E = \Delta m c^2$. Этот вывод неверен. Ядерные реакции синтеза требуют затраты энергии.

Действительно, ядерные реакции синтеза легких ядер требуют затраты энергии, идущей на преодоление сил упругости электронной среды. Для сближения двух нуклонов на расстояния, меньшие, чем размер электрона (рис. 1), необходимо совершить работу по вытеснению электрона из области между нуклонами, так как нуклоны со всех сторон окружены электронной средой, со всех сторон окружены электронами. Эта работа равна

$$A = V_e G = V_e \eta c^2 = m_e c^2, \quad (9)$$

где V_e – объем электрона, m_e – масса электрона.

Ядро из двух нуклонов представляет собой «сжатую пружину». При отрыве нуклона от ядра энергия, запасенная в ядре и равная работе по вытеснению электрона из области между нуклонами (9), будет выделяться

$$\Delta E = m_e c^2. \quad (10)$$

Вывод № 2

При отделении (отрыве) нуклона от ядра энергия, запасенная в ядре и равная работе по вытеснению электрона из области между нуклонами $\Delta E = m_e c^2 = 511$ кэВ, будет выделяться, то есть энергия выделяется при делении легких ядер, а не при их синтезе.

Вывод физики XX века о том, что реакции синтеза легких ядер могут идти только при очень высоких температурах ($\sim 10^8$ К и выше) – термоядерные реакции, также необходимо поставить под сомнение.

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 электронной среды. Как отмечал Максвелл [4]: «Всегда важно иметь две точки зрения на один и тот же предмет и допускать, что возможны две различные точки зрения на предмет».

Мировая среда представляет собой сплошную непрерывную среду, состоящую из электронов и заполняющую все пространство, в которой электроны сохраняют ближний порядок. Пустого пространства не существует. Масса тела есть мера его взаимодействия с электронной средой. Количество электричества, измеряемое в современной физике в Кулонах, соответствует объему электронной среды. Поэтому понятие «электрический заряд» является в физике избыточным, усложняющим простые представления. У элементарной частицы – электрона – нет никакого электрического заряда, а есть объем. Электрический заряд электрона тождественен его объему. Избыток электронов внутри тела приводит к увеличению плотности электронной среды, что соответствует отрицательному заряду; недостаток электронов внутри тела приводит к уменьшению плотности электронной среды, что соответствует положительному заряду.

Высокие температуры при реакциях синтеза легких ядер необходимы, якобы, для преодоления электростатического барьера, обусловленного взаимным отталкиванием ядер. Но на микроуровне электростатические законы не работают. Понятие электрического заряда теряет физический смысл на микроуровне.

Вывод № 3

Вывод физики XX века о том, что реакции синтеза легких ядер могут идти только при очень высоких температурах ($\sim 10^8$ К и выше) – термоядерные реакции, необходимо поставить под сомнение. Высокие температуры необходимы, якобы, для преодоления электростатического барьера, обусловленного взаимным отталкиванием ядер. Но на микроуровне электростатические законы не работают. Понятие электрического заряда теряет физический смысл на микроуровне.

Сторонники традиционных взглядов на термоядерные реакции в качестве подтверждения реакций термоядерного синтеза с выделением энергии приводят два, неопровержимых с их точки зрения, аргумента:

1. Термоядерные реакции на Солнце.
2. Термоядерная (водородная) бомба.

Рассмотрим критически эти аргументы.

- 1. Термоядерные реакции на Солнце.** Водородный цикл, предложенный Х. Бете [5] для описания термоядерных реакций на Солнце – табл. 1, исходит из признания теории Эйнштейна. Энерговыведение рассчитывается исходя из этой теории. Но экспериментально водородный цикл никак не подтвержден. Его необходимо рассматривать как возможную гипотезу.

Таблица 1 (Из работы [5])

Реакция	Энерговыведение, МэВ
$p + p \rightarrow d + e^+ + \nu$	$2 \cdot 0,164 + (2 \cdot 0,257)$
$e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$	$2 \cdot 1,02$
$p + d \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$	$2 \cdot 5,49$
${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2p$	$12,85$
Итого $4p \rightarrow {}^4\text{He} + 2e^+ + 2\gamma$	$26,21 + (0,514)$

В качестве альтернативной возможной ядерной реакции на Солнце можно предложить термоядерную реакцию деления гелия ${}^4\text{He}$



где Q – выделяемая энергия.

2. Термоядерная (водородная) бомба. Как следует из открытых источников, «чистой» термоядерной (водородной) бомбы на сегодня не существует. Водородная бомба представляет собой многоступенчатый заряд [6], в котором в качестве первой ступени используется ядерный заряд деления тяжелых элементов. В качестве термоядерного горючего широко применяется дейтерид лития-6. Но ядерная реакция [5]



не является ядерной реакцией синтеза. Это скорее ядерная реакция деления легких ядер. Действительно, если рассмотреть зависимость удельной энергии связи атомных ядер от массового числа – рис. 2, то из рисунка следует, что реакция (12) скорее является реакцией деления, чем синтеза.

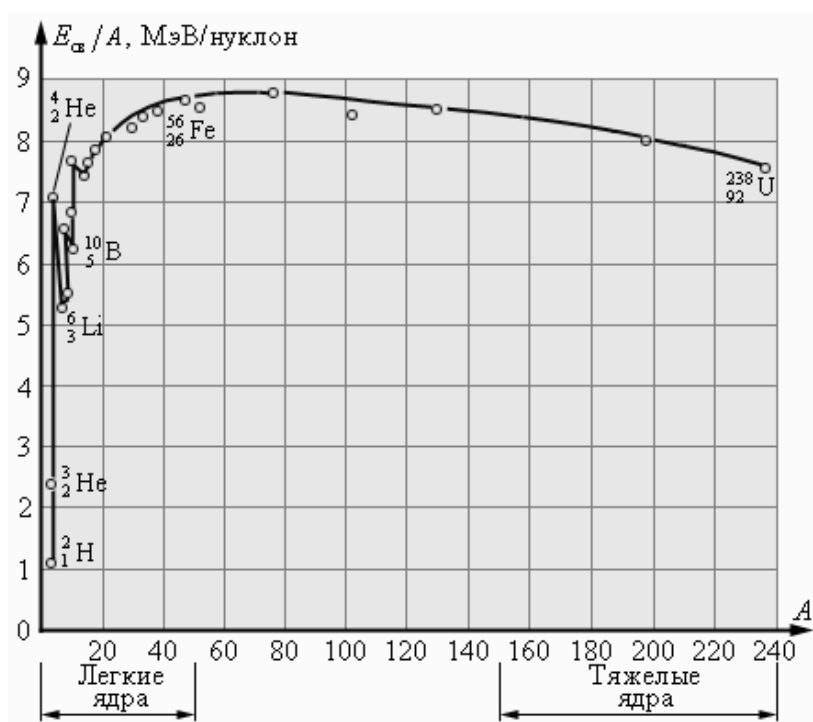


Рис. 2. Зависимость удельной энергии связи атомных ядер от массового числа. Рисунок взят из интернет.

В термоядерной бомбе реакции синтеза легких ядер видимо идут, но выделение избыточной энергии в этих реакциях требует дополнительной проверки и обоснований.

Низкоэнергетическая ядерная реакция деления дейтерия

Основное заблуждение при рассмотрении низкоэнергетических ядерных реакций заключается в том, что предполагают выделение энергии в реакциях холодного ядерного синтеза. Ядерные реакции синтеза не сопровождаются выделением энергии, а идут с поглощением энергии, то есть это не экзотермические, а эндотермические реакции.

Энергия выделяется при отделении (отрыве) нуклона. Простейшей из таких реакций является реакция деления дейтерия



Для начала ядерной реакции (13) необходим внешний источник энергии. Эту реакцию можно назвать реакцией «ядерного горения».

Определим «теплоту сгорания» этой реакции. Количество теплоты, выделяемое при «сгорании» одного киломоля дейтерия будет

$$E = \Delta E \cdot N = 0,511 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6 \cdot 10^{26} = 4,9056 \cdot 10^{13} \text{ Дж/кмоль,} \quad (14)$$

где $N = 6 \cdot 10^{26} \text{ кмоль}^{-1}$ – постоянная Авогадро.

Теплота сгорания, приходящаяся на единицу объема газа дейтерия, найдется

$$Q = \frac{E}{V} = \frac{4,9056 \cdot 10^{13}}{22,4} = 21,9 \cdot 10^5 \text{ МДж/м}^3, \quad (15)$$

где $V = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ – объем 1 киломоля газа при нормальных условиях.

Для сравнения приведем низшую теплоту сгорания метана $Q_{\text{н}}^p \cong 35 \text{ МДж/м}^3$.

Можно предположить, что в экспериментах Курчатова [7], Филимоненко [8], Флейшмана-Понса [9], Савватимовой и др. [10], в которых применялся дейтерий или тяжелая вода, идет ядерная реакция деления дейтерия с выделением избыточной энергии.

Выводы

1. При синтезе легких ядер возникает дефект массы, масса ядра всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов. Из формулы Эйнштейна $E=mc^2$, рассматривая ее как закон сохранения энергии-массы, делается вывод, что при синтезе легких ядер будет выделяться энергия: $\Delta E = \Delta mc^2$. Этот вывод неверен. Ядерные реакции синтеза требуют затраты энергии.
2. При отделении (отрыве) нуклона от ядра энергия, запасенная в ядре и равная работе по вытеснению электрона из области между нуклонами $\Delta E = m_e c^2 = 511 \text{ кэВ}$, будет выделяться, то есть энергия выделяется при делении легких ядер, а не при их синтезе.
3. Вывод физики XX века о том, что реакции синтеза легких ядер могут идти только при очень высоких температурах ($\sim 10^8 \text{ К}$ и выше) – термоядерные реакции, необходимо поставить под сомнение. Высокие температуры необходимы, якобы, для преодоления электростатического барьера, обусловленного взаимным отталкиванием ядер. Но на

микроуровне электростатические законы не работают. Понятие электрического заряда теряет физический смысл на микроуровне.

4. Основное заблуждение при рассмотрении низкоэнергетических ядерных реакций заключается в том, что предполагают выделение энергии в реакциях холодного ядерного синтеза. Ядерные реакции синтеза не сопровождаются выделением энергии, а идут с поглощением энергии, то есть это не экзотермические, а эндотермические реакции.
5. Можно предположить, что в экспериментах Курчатова, Филимоненко, Флейшмана-Понса, Савватимовой и др., в которых применялся дейтерий или тяжелая вода, идет ядерная реакция деления дейтерия с выделением избыточной энергии.

Литература

1. Воронков С.С. Общая динамика. – 7-е изд., переработанное. – Псков: ЛЕВИТРОН, 2018. – 232 с. Электронный вариант работы представлен на Яндекс.Диске: <https://yadi.sk/i/ANdrL7ix3Ujo9b>
2. Эйнштейн А. Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии? – Собрание научных трудов, т. 1. – М.: Наука, 1965, с. 36-38.
3. Эткин В.А. Эквивалентны ли масса и энергия? Источник: SciTecLibrary.ru Дата публикации: 03.08.2011. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11257.html>
4. 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.
5. Физический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 994 с.
6. Термоядерное оружие. – Материал из Википедии.
7. Курчатова И.В. О возможности создания термоядерных реакций в газовом разряде. УФН, 1956 г. август. Т. LIX, вып. 4. С. 603-618.
8. Филимоненко И.С., (1927-2013). Мемориал. <http://lenr.seplm.ru/memorial/ivan-stepanovich-filimonenko-1927-2013>
9. Флейшман М., Понс С. Холодный ядерный синтез. – Материал из Википедии.
10. Карабут А.В., Кучеров Я.Р., Савватимова И.Б. Соотношение ядерных продуктов для тлеющего разряда в дейтерии. Physics Letter A 170 (1992) 265-272. North-Holland.