

В. Ганкин

Расчеты на примере атома водорода

Известная нам физика и химия основана на законах и правилах, называемых разнообразно то принципами, то постулатами или исходными сущностями. Наиболее яркими примерами аксиом в физике являются законы механики и принцип эквивалентности Ньютона, постулаты Бора и принцип неопределенности Гейзенберга, ОТО и СТО Эйнштейна, Теория большого взрыва и т.д. и т.п.

В химии такой подход демонстрируют правила Льюиса, Периодический закон, теория резонанса и т.д. Общим для такого способа продвижения научной мысли является отсутствие причинно - следственных связей, описываемых в приведенных выше названиях. В настоящее время формирование таких правил, законов и теорий считается подавляющей массой научных сотрудников, а также людей далеких от науки, конечной целью (достижением) физики и химии.

Согласно истории науки такая ситуация существует со времени ее становления.

Наряду с подавляющим числом людей, считающих эти достижения конечным результатом науки, во все времена существовали также люди, глубоко интересующиеся наукой и пытающиеся найти причинно - следственные связи между явлениями. Для нас только поиск причин и следствий является истинно научным подходом, и фортуна нам благоволила. В предыдущих работах нам удалось выяснить причинно - следственные связи в целом ряде физических и химических явлений (подробнее см. сайты itchem.ru, fphysics.com).

В настоящее время корректность теоремы вириала не вызывает сомнения ни в печатных публикациях, ни в интернете. Как в физике, так и в химии, как в классической науке, так и в квантовой, эта теорема считается доказанной. Соответственно, она широко используется, например, при описании атома водорода.

В своей книге ([Как образуется химическая связь и протекают химические реакции](#), стр. 29) мы писали:

«Электроны притягиваются к ядру за счет электростатических сил взаимодействия. Однако электроны не падают на ядро, поскольку вращаются вокруг него с определенной скоростью, т.е. имеют определенную кинетическую энергию. В простейшем виде доказательство теоремы вириала состоит в следующем: *электрон находится на определенном расстоянии от ядра так как обе силы - центробежная $F_{цб}$ и центростремительная $F_{цс}$ - уравновешивают друг друга на этом расстоянии*, т.е.

$$F_{цс} = F_{цб}. \quad (1)$$

Или, если подставить формулы для этих сил, получится

$$\frac{m_e V^2}{R_H} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{m R_H^2} \quad (2)$$

где m_e , V и R_H - центробежная сила, масса электрона, скорость движения электрона по орбите и радиус орбиты атома водорода, а ϵ_0 и q - электрическая постоянная, заряд электрона и протона, соответственно.

В этом выражении левой части стоит классическая ньютоновская масса, а в правой только электрические величины. Такое равенство носит мистический характер, так как не связано с физическим механизмом. Поэтому и теорема вириала не имела физического объяснения, т.е. приведенное равенство не является доказательством физической корректности теоремы вириала.

В современных учебниках центробежная сила считается вообще фиктивной силой. Так например в Курсе физики Т.И. Трофимовой, выдержившей уже в 2001 г. семь изданий на стр.43 написано

Возникает вопрос о «реальности» или «фиктивности» сил инерции. В ньютоновской механике, согласно которой сила есть результат взаимодействия тел, на силы инерции можно смотреть как на «фиктивные», «исчезающие» в инерциальных системах отсчета.

Зависимость центробежных сил от системы отсчета увеличивает мистический характер центробежных сил.

В более ранних работах мы показали, что инерционные свойства тела определяются зарядом, а не массой, и что незаряженных тел нет. Поэтому мы сделали второй расчет, в котором используется электромагнитная инерционная масса.

Сила центробежная рассчитывалась по уравнению

$$F_{цб} = m_e v^2 / R_H = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (2,2 \cdot 10^6)^2 / 0,53 \cdot 10^{-10} = 0,83 \cdot 10^{-7} \text{Н.}$$

Центростремительная (в случае атома водорода - Кулоновская сила) описывается уравнением:

$$F_{Кул} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{m R_H^2} \quad (3)$$

Отметим, что определить радиус атома водорода можно из экспериментального значения первого потенциала ионизации (ППИ) [см. [Как образуется химическая связь и протекают химические реакции](#), стр. 32]. Потенциальная энергия электрона в атоме водорода

$$E_e = 2\text{ППИ} \quad (4)$$

Подставляем эту величину в формулу для радиуса

$$a_{\text{Кул}} = 8,99 \cdot 10^9 \cdot 10^{-11} \frac{1,60 \cdot 10^{-19}}{(5,29 \cdot 10^{-11})^2} \approx 0,904 \cdot 10^{23} \text{ м/с}^2 \quad (5)$$

Здесь $Z=1,6 \cdot 10^{-19}$ -заряд ядра, в атоме водорода, а $E_c=435 \cdot 10^{-23}$ кДж/моль.

Подставляем следующие численные значения в эту формулу $1/4\pi\epsilon_0=8.99 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$ - электрическая постоянная, $0.16 \cdot 10^{-18}$ Кл- заряд электрона и протона, $0.529 \cdot 10^{-10}$ м - радиус атома водорода и получаем, что сила Кулона (центростремительная сила) в атоме водорода равна $0.82 \cdot 10^{-7}$ Н.

$$F_k = 8.99 \cdot 10^9 \cdot (0.16 \cdot 10^{-18})^2 / (0.529 \cdot 10^{-10})^2 = 0.82 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$$

Кроме того, мы рассчитали численное значение ускорений под действием Кулоновских сил и значение центростремительного ускорения.

Расчет, сделанный нами (в первом приближении предполагалось, что ядро атома неподвижно), дал следующие значения: ускорение, приобретаемое под действием силы Кулона

$$a_{\text{Кул}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{m R_H^2} \quad (6)$$

$$\approx 0,904 \cdot 10^{23} \text{ м/с}^2$$

Центростремительное ускорение, вычисленное по формуле $a_{\text{цб}} = v^2/R_H$, равно $0,899 \cdot 10^{23} \text{ м/с}^2$.

При расчетах мы не использовали значение массы электрона, но взяли другую, уже более 100 лет измеренную, величину $q/m = -1.76 \cdot 10^{-11}$ Кл/кг. Значения для постоянных характеристик электрона взяты с <http://2mb.ru/fizika/konstanty/elektron/> и Википедии. В различных источниках приводятся разные значения для скорости электрона, либо $2.22 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ <http://naukaland.ru/discuss/783-chemu-ravna-skorost-elektrona-skolko-oborotov.html> либо $2.22 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ <http://www.medelk.kharkov.ua/chemia2/chemia37.htm> или $2,18 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ http://nasedkin.ru/Root_Russian/Arithmetic/Arithmetic-02.html, именно этим обусловлено неточное равенство расчетных значений ускорений.

Давайте подробнее рассмотрим, какой физический смысл несет масса в одном и другом случае.

С точки зрения физического смысла первый расчет воспринимается как магический постулат, физический смысл (причинно - следственные связи) которого не ясен.

До открытия атомно - молекулярного строения материи и законов электромагнитных явлений (в первую очередь, законов Фарадея) физические причины, раскрывающие такие совпадения, и не могли быть определены. Действительно, до этих открытий нельзя было даже в виде гипотезы предложить существования причинно - следственной связи между Ньютоновской массой и силами Кулона, не говоря уже ничего о численном совпадении.

С другой стороны, уже после открытия ядерно - атомно - молекулярного строения материи и законов электромагнитных явлений использование приведенного выше первого расчета и сохранение Ньютоновского физического смысла параметра m можно объяснить только инерцией мышления и верой в авторитеты (прежде всего в непререкаемый авторитет Ньютона).

В отличие от первого, второй расчет является прекрасной демонстрацией возможности и необходимости исключения механической Ньютоновской массы из исходных сущностей, как это было сделано с теплородом и флогистоном по ходу развития химии и физики.

Второй расчет имеет физический механизм. Согласно цитируемому выше учебнику Трофимовой (стр 177) при движении заряда с ускорением возникает ЭДС, электромагнитной индукции в контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром. Этот закон является *универсальным*: э. д. с. не зависит от способа изменения магнитного потока.

Под действием Кулоновских сил электрон приобретает линейное ускорение. Равенство центростремительного и центростремительного ускорений является демонстрацией того, что законы электродинамики не зависят от вида ускорения. Т.е. оно не зависит ни от знака ускорения (положительное оно, или отрицательное) ни от типа движения (поступательно-линейное или центростремительно-криволинейное), ни от того, какая именно сила привела к ускоренному движению.

После прекращения воздействия силы, вызывающей ускоренное движение тела, постепенно прекращается и действие силы, вызванной ЭДС, и тело продолжает двигаться с достигнутой скоростью.

В предыдущих работах, выясняя причины инерциальных свойств электрона, мы пришли к заключению, что инерциальные свойства материи обусловлены зарядом и, следовательно, инерциальная масса имеет электромагнитное происхождение. С другой стороны, в последующих работах (прежде всего в статье «[Масса](#)» и данной работе) мы доказали, что m это параметр, зависящий и от строения заряда. Для электронов он в 1837 меньше, чем для нуклонов.

Такое существенное различие в инерциальных свойствах электронов и нуклонов позволяет говорить, что инерциальные свойства вещества обусловлены в основном нуклонами.

Приведенное в статье «Принцип эквивалентности» уравнение, рассчитывающее атомный вес элемента,

$$M=1,00732*Z+1,0087*N,$$

где Z-количество протонов, N-количество нейтронов

Это уравнение является арифметическим доказательством того, что инерциальная масса нуклонов численно определяет атомный вес элемента и, соответственно, его вес по второму закону Ньютона и следовательно, постулируемой ньютоновской инертной массы нет.

Уравнение в статье «Масса» для расчета инерциальной массы

$$m = qN^2R/v = qN^2R/E$$

показывает, что инерциальная масса определяется зарядом частиц, видом (строением) этих частиц, что незаряженных частиц материи не существует.

Исключение ньютоновской массы, из фундаментальных физических сущностей идентично изменению формулировки Периодического закона после открытия Г.Мозли. До открытия Мозли Периодический закон формулировался Д. Менделеевым следующим образом: свойства химических элементов не произвольны, а находятся в периодической зависимости от атомной массы. После открытия Мозли Периодический закон формулировался следующим образом: заряд ядра является важнейшим свойством элемента, определяющим его химические свойства.

Теперь мы можем говорить, что *инерциальные свойства вещества обусловлены зарядом!*

Важным результатом этой работы стали

1. дополнительное доказательство, что Ньютоновской массы не существует и, соответственно, не существует гравитационного притяжения в представлении Ньютона. Объединение ньютоновской гравитации электродинамическими взаимодействиями было одной из нерешаемых задач при создании единой теории поля.
2. очередной вклад в обоснование электродинамической природы массы.
3. развернутая демонстрация (в дополнение к предыдущим нашим работам), что центробежные силы - это не фиктивные силы, а электро - магнитные силы, вызванные ЭДС, появляющейся при движении зарядов с ускорением.

Хотя считается, что теорема вириала доказана, и Солнечная система описывается теоремой вириала, однако, до сих пор известная задача 300-летней давности об устойчивости этой системы не имеет аналитического решения. Ньютон считал, что устойчивость Солнечной системы в конечном счёте обеспечивается сверхестественными силами. Неустойчивость модели атома водорода Бора-Резерфорда явилась одной из основных причин, что привели Бора к признанию квантово - механического описания атома и признанию идей Гейзенберга и Шредингера. Существовавшие до сей поры доказательства, в отличие от нашего, не давали физического объяснения этим явлениям.

В чем основное отличие этой статьи от предыдущих.

В большинстве статей наших книг и размещенных на сайтах fphysics.com и itchem.ru (кроме статей "Масса", "Принцип Эквивалентности", "Расчет ковалентного радиуса атома водорода") дают *феноменологическое* объяснение инерциальной массы, основыванное на законах электродинамики (главным образом, на законах Фарадея).

Для того, чтобы убедиться в корректности этого объяснения, нам в свое время, надо было понять и поверить (преодолеть инерцию мышления)

1) в корректности нашего объяснения электропроводности (см. «Общая химия XXI век», гл. [Феноменологическое объяснение электропроводности](#));

2) что законы Фарадея, открытые им в экспериментах на проводниках и магнитах, распространяются и на конвекционные токи;

3) что движущийся одиночный заряд является конвекционным током;

4) что одиночный заряд,двигающийся с ускорением, есть переменный ток, и что этот переменный ток обладает самоиндукцией, как и всякий другой ток (см. Как образуется химическая связь и протекают химические реакции, стр. 244).

И даже после преодоления инерции мышления во всех перечисленных вопросах мы имели только феноменологическое качественное объяснение, т.к. коэффициент самоиндукции конвекционного тока не мог быть рассчитан количественно.

В отличие от этого многоступенчатого преодоления инерции мышления, в данной статье доказывается количественно, **что заряд,двигающийся с ускорением, вызывает появление ЭДС, вызывающее появление силы, действующей на заряд силой равной по величине силе, вызвавшей движение заряда с ускорением и противоположной ей по направлению.**

Сила Лоренца описывает движение зарядов в электрических и магнитных полях. В случае атомов и молекул эти поля создаются заряженными частицами (ядрами и электронами), а магнитные движущимися этими же частицами. Равенство по величине центробежной силе, действующей на заряд, центробежной силе доказывает, что силой, вызвавшей движение заряда с ускорением, является сила Лоренца.

Независимым подтверждением этого вывода является устойчивость молекулярных и атомарных орбит электронов в молекулах и атоме водорода.

Направление действия силы Лоренца подчиняется правилу Ленца. Согласно этому правилу действие силы на заряд направлено на сохранение величины ускорения, вызвавшего появление ЭДС. Она объясняет также устойчивость атомных и космических орбит. И мы считаем, что она закрывает дискуссию о фиктивности центробежных сил.

Сила Лоренца является единственной причиной движения заряда с ускорением.

21-10-2011