

Analytical expression for calculation of ionization potentials of the periodic system elements

L. A. Pokhmelnykh
ELAT Co., Mexico City, Mexico

A combination of quantum, classical and additional conditions permits to come to the analytical expression for calculation of ionization potentials of all elements of the periodic system with the accuracy less than 2 %. The main admissions made during the construction of the interactions model were: inverse dependence of electron — nucleus distance on element's number and proton — electron charge inequality in the nearest to the nucleus shell. The model and calculations lead to the conclusion about a tie-up of the line α_2 of characteristic X-rays spectrum K-series with ionization potentials of the second electron.

УДК 531.51:539.121

Электростатика и гравитация как различные проявления общего центрального взаимодействия стабильных элементарных частиц

Л. А. Похмельных
Фирма "ЭЛАТ Со.", г. Мехико, Мексика

Предложена новая запись центрального взаимодействия элементарных частиц, более отвечающая принципу близкодействия зарядов. Показано, что введение отдельных параметров, характеризующих тело как источник электрического поля и объект воздействия внешних полей позволяет рассматривать гравитационное взаимодействие как компоненту электростатического поля, существующую вследствие несовпадения состояний электрической нейтральности тела относительно электронов и протонов. Кроме электростатического и гравитационного полей новая запись предсказывает существование третьей компоненты центрального взаимодействия (смешанной), которая проявляется между заряженным и электрически нейтральным телами.

Во всем диапазоне пространственных масштабов, от размеров атомного ядра до метagalактики, ведущая роль принадлежит центральным взаимодействиям, т. е. электростатическому и гравитационному полям, поэтому от понимания их природы и взаимосвязи зависит успех решения многих теоретических и практических задач. Этим объясняется, почему на протяжении многих десятилетий объединение фундаментальных взаимодействий является одной из важнейших и наиболее обсуждаемых задач теоретической физики [1]. Попытки описания электрических и гравитационных явлений с единых позиций предпринимались еще с XIX века. В течение десятилетий предлагались различные способы решения проблемы в основном на основе идеи за-

висимости константы электростатического взаимодействия от знака зарядов, однако удовлетворительного решения проблемы так и не было найдено. В начале XX века это направление не получило развития в связи с появлением программы единой теории поля А. Эйнштейна и общей теории относительности, связавших гравитационное взаимодействие с кривизной пространства. С того времени и до наших дней попытки совместного описания электрических и гравитационных явлений предпринимались исключительно в рамках геометризованного подхода [2, 3], однако и на этом направлении последовательного и непротиворечивого решения проблемы найдено не было.

В тридцатые годы были установлены сложная структура атома и наличие в нем элементарных частиц трех типов: электронов, протонов и нейтронов. С тех пор оставалось незамеченным, как это представляется теперь, что построенная модель атома открывала путь для нового решения проблемы объединения двух центральных полей. Всеобщее увлечение и покоренность идеей отождествления феномена гравитации с кривизной пространства были настолько сильны, что высказывавшиеся в различные годы все новые аргументы против, даже имевшие весьма надежные основания, не могли остановить развития направления. Основания против такого отождествления, создавшего видимость принципиального различия гравитационного и электростатического полей, остаются до настоящего времени. Одно из них состоит в следующем.

Согласно принципу суперпозиции гравитация любого тела складывается из гравитации составляющих его атомов, точнее из входящих в эти атомы элементарных частиц, в основном протонов и нейтронов. Если в первом приближении рассматривать нейтрон как суперпозицию протона и электрона, то в конечном итоге гравитацию следует связывать в основном с протонами. Таким образом, протон оказывается источником двух качественно равноправных и структурно идентичных центральных полей — электростатического и гравитационного, причем само существование гравитационного поля между двумя протонами или двумя электронами весьма условно: практически эффект притяжения обнаруживается только между протоном и электроном или между сложными системами, содержащими и протоны, и электроны, каковыми являются макротела и атомы. Количественно электростатическое взаимодействие двух протонов сильнее расчетного гравитационного взаимодействия атомов водорода в 10^{36} раз. Ввиду такого количественного соотношения эффектов двух полей современные поиски связи кривизны пространства с пренебрежимо слабым полем гравитации не представляются оправданными и единственно возможными.

В то же время, с момента сформирования основных положений современной модели атома, были созданы необходимые условия для решения задачи объединения гравитационного взаимодействия с электростатическим, вариант такого объединения описан ниже.

Модель объединения полей

Рассмотрим в качестве первого шага статический случай, т. е. взаимодействие покоящихся тел. Принято считать, что при электростатическом взаимодействии тел выполняется принцип близкодействия, согласно которому одно заряженное тело испытывает воздействие другого через электростатическое поле, которое выступает как реальная самостоятельная сущность. Это означает, что при взаимодействии участвуют два различных объекта: поле и заряд. В соответствии с этим в аналитической записи закона электростатического

взаимодействия (ЗЭВ) должны присутствовать два различных параметра, один из которых характеризует способность тела создавать собственное электростатическое поле, а второй — его способность реагировать на внешние поля. Между тем в записи силы, действующей между двумя точечными объектами: телами или частицами с зарядами Q_1 и Q_2 , предложенной Кулоном

$$F_{1,2} = (4\pi\epsilon\epsilon_0)^{-1} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \quad (1)$$

кроме характеристик пространства: расстояния между зарядами r и диэлектрической проницаемости среды ϵ , а также константы ϵ_0 , зависящей от выбранной системы единиц, для каждого из тел имеется только одна характеристика — заряд Q , который одновременно описывает оба свойства тела. Несоответствие имеет исторические корни. Экспериментируя с заряженными телами, Кулон устанавливал зависимость электрических сил от различных параметров: от расстояния, а также величин и знаков зарядов без рассмотрения механизма взаимодействия заряженных тел в целом. Понятия поля в то время еще не существовало. В течение более двухсот лет закон безупречно работал на практике, и форма записи ЗЭВ постепенно стала представляться верной во всех отношениях.

Чтобы привести форму записи ЗЭВ, предложенную Кулоном, в соответствие с современным представлением о взаимодействии заряженных тел через их поля и не входить в противоречие с реальностью необходимо:

заменить в выражении (1) произведение равных в размерностях и по смыслу параметров Q на произведение двух различных, один из которых будет характеризовать создаваемое телом поле, а другой — способность тела реагировать на внешние поля;

учесть в аналитической записи требование симметрии ЗЭВ по отношению к телам.

Для решения данной задачи удобно принять следующие обозначения:

f — характеристика тела как источника поля с размерностью силы;

s — характеристика тела как объекта, на который действует поле, с размерностью площади.

С помощью новых параметров электростатическое взаимодействие двух точечных тел может быть записано в виде

$$F_{1,2} = (f_1 s_2 + f_2 s_1) r^{-2}, \quad (2)$$

где f_1 , s_1 и f_2 , s_2 — параметры тела 1 и 2, соответственно. Как видно, размерность произведения f_s совпадает с размерностью квадрата заряда, деленного на диэлектрическую постоянную.

Уравнение (2) можно интерпретировать следующим образом: тело 1 своим полем f_1 воздействует на поверхность s_2 тела 2, в то же время тело 2 своим полем f_2 воздействует на поверхность s_1 тела 1. Каждое тело вырезает из поля другого тела телесный угол s/r^2 , поэтому сила взаимодействия имеет обратную квадратичную зависимость от расстояния между телами.

Примем, что значения f , s макроскопического тела равны суммам значений тех же параметров составляющих его атомов и свободных электронов, а значения параметров атомов складываются из значений соответствующих параметров образующих его элементарных частиц. Для упрощения будем рассматривать макротело как ансамбль протонов и электронов, на которые разложим и нейтроны атомов. Для упрощения записи диэлектрическую проницаемость среды ϵ положим равной единице.

Обозначим параметры протона через f_p, s_p , а параметры электрона — через f_e, s_e . Используем скалярную запись ЗЭВ, в которой отрицательное значение силы будет соответствовать притяжению тел. Для согласования знаков сил примем, что $f_p, s_p > 0$, а $f_e, s_e < 0$. Для количественного соответствия традиционного выражения и (2) при записях протон-протонного, протон-электронного и электрон-электронного взаимодействий необходимо положить, что

$$2f_e s_e \equiv |f_p s_e + f_e s_p| \equiv 2f_p s_p = (4\pi\epsilon_0)^{-1} e^2, \quad (3)$$

где e — элементарный заряд.

Представим теперь некоторое макроскопическое тело, состоящее из N_p протонов и N_e электронов. Электрическое состояние тела — заряженность или нейтральность — будет характеризоваться параметром

$$\Delta N = N_p - N_e.$$

Если количество электронов в теле меньше числа протонов, то ΔN положительно, что соответствует положительной заряженности тела, и наоборот. Условие $\Delta N = 0$ соответствует классическому понятию электрической нейтральности тела.

Рассмотрим силовое взаимодействие произвольно заряженного точечного тела с протоном, электроном и атомом водорода. Ввиду равенства в атоме водорода числа протонов и электронов он будет представлять нейтральное тело. В уравнении (2) эти взаимодействия будут иметь вид:

взаимодействие тела с протоном

$$F_{\text{Тр}} = [N_e (f_p s_e + f_e s_p) + 2N_p f_p s_p] r^{-2}; \quad (4)$$

взаимодействие тела с электроном

$$F_{\text{Тр}} = [N_p (f_p s_e + f_e s_p) + 2N_e f_e s_e] r^{-2}. \quad (5)$$

Складывая левые и правые части уравнений (4) и (5), получим выражение взаимодействия тела с атомом водорода

$$F_{\text{Тн}} = F_{\text{Тр}} + F_{\text{Те}} = [2N_p (f_p + f_e)(s_p + s_e) - \Delta N (f_p s_e + f_e s_p + 2f_e s_e)] r^{-2}. \quad (6)$$

Обозначая $f_p = -f_e (1 + k_f)$, $s_p = -s_e (1 + k_s)$, где k_f, k_s — константы, и учитывая (3), соотношение (7) можно записать в виде

$$F_{\text{Тн}} = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} e^2 \left[k_f k_s N_p + \frac{1}{2} (k_f + k_s) \Delta N \right]. \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что в состоянии классического понятия нейтральности $\Delta N = 0$, когда число электронов в теле в точности равно числу протонов, его электростатическое силовое взаимодействие с атомом водорода в общем случае не равно нулю:

$$F_{\text{Тн}} (\Delta N = 0) = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} e^2 N_p k_f k_s. \quad (8)$$

При $k_f k_s < 0$ сила взаимодействия отрицательна, что соответствует притяжению тел. Величина силы, как видно, пропорциональна числу протон-электронных пар, т. е. массе тела. Таким образом, полученное электростатическое взаимодействие электрически нейтральных, с классической точки зрения, тел может быть отождествлено с гравитационным.

$$F_{\text{ТН}}(\Delta N = 0) = GM_{\text{T}}m_{\text{H}}r^{-2}. \quad (9)$$

где G — гравитационная постоянная, а M_{T} , m_{H} — массы тела и атома водорода, соответственно.

Для количественного согласования (9) с (8) достаточно положить

$$k_f k_s = 4\pi\epsilon_0 G e^{-2} m_{\text{H}}^2 = -8.07 \cdot 10^{-37}. \quad (10)$$

Таким образом, константа гравитационного взаимодействия может быть выражена через известные и новые параметры

$$G = (4\pi\epsilon_0)^{-1} (e/m_{\text{H}})^2 k_f k_s.$$

Выражение для гравитационного взаимодействия двух тел с массами M_1 и M_2 приобретает вид

$$F_{1,2}(\Delta N_1 = 0, \Delta N_2 = 0) = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} (e/m_{\text{H}})^2 k_f k_s M_1 M_2. \quad (11)$$

Помимо электростатического взаимодействия нейтральных тел новая запись центрального взаимодействия позволяет выявить неизвестное в настоящее время центральное взаимодействие двух тел, одно из которых заряжено, а другое — нейтрально. Это взаимодействие может быть названо смешанным. Действительно, согласно выражению (7), при $k_f + k_s \neq 0$ между атомом водорода и телом действует сила, пропорциональная заряду тела $e\Delta N$

$$F_{\text{ТН}} = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} \frac{1}{2} (k_f + k_s) \Delta N e^2. \quad (12)$$

В случае двух макротел, одно из которых заряжено зарядом Q_1 , а другое с массой M_2 — нейтрально, выражение (12) приобретает вид (положение между электростатическим и гравитационным).

$$F_{1,2} = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} \frac{1}{2} (k_f + k_s) (e/m_{\text{H}}) Q_1 M_2. \quad (13)$$

Таким образом, общее центральное взаимодействие двух тел может преимущественно проявляться различно в зависимости от степени их заряженности и величин масс, а именно как:

взаимодействие двух заряженных тел (электростатическое) (1);

взаимодействие заряженного тела с незаряженным (смешанное) (13);

взаимодействие незаряженных тел (гравитационное) (11) (рис. 1).

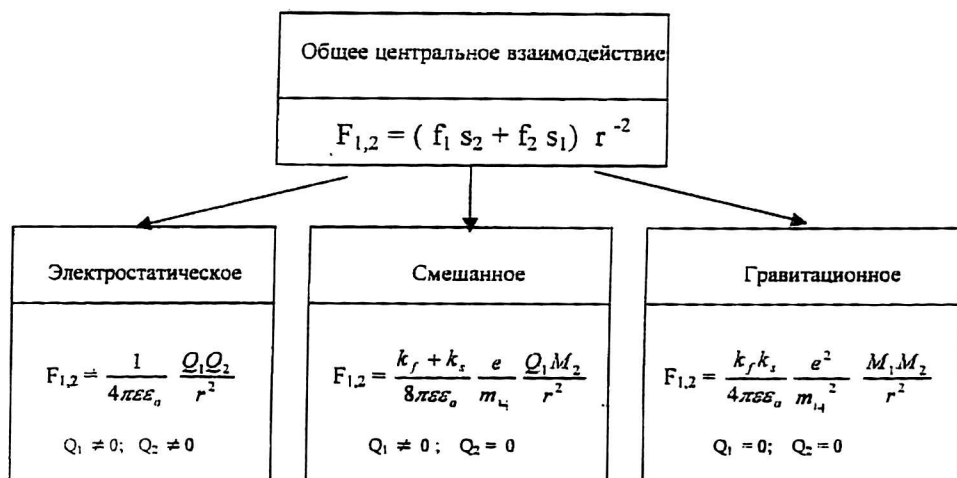


Рис. 1. Проявление общего центрального взаимодействия в зависимости от электрического состояния взаимодействующих тел

В понятиях заряда и массы в общем случае произвольно заряженных точечных тел взаимодействие может быть представлено в виде

$$F_{1,2} = (4\pi\epsilon_0 r^2)^{-1} \left[Q_1 Q_2 + \frac{1}{2} (k_f + k_s) (e/m_H) (Q_1 M_2 + Q_2 M_1) + (e/m_H)^2 k_f k_s M_1 M_2 \right].$$

Все три компоненты, как видно, оказываются одной природы, причем массы тел формально могут быть заменены некоторыми величинами зарядов.

Поясним графически причину появления эффекта притяжения электрически нейтральных тел. На рис. 2, а по оси X отложены значения ΔN тела, а по оси Y — величины силового взаимодействия тела с другими объектами. Сила взаимодействия тела с протоном обозначена наклонной прямой $F_{\text{тп}}$, проходящей через первый и третий квадранты и пересекающей ось X в некоторой точке 1. Эта точка в общем может не совпадать с точкой пересечения осей. Силовое взаимодействие тела с электроном $F_{\text{те}}$ представляется наклонной прямой, проходящей через второй и четвертый квадранты. Эта прямая пересекает ось X в некоторой точке 2, которая также может не совпадать с пересечением осей. Наконец силовое взаимодействие тела с атомом водорода, которое является суммой взаимодействий тела с протоном и электроном, представляет собой прямую, параллельную оси X . Можно убедиться, что когда точки 1 и 2 на оси X не совпадают между собой, линия взаимодействия атома водорода с телом не совпадает с осью X . Последнее означает, что электростатическое взаимодействие тела с атомом водорода не равно нулю при любых значениях заряда тела, в том числе при нейтральности тела относительно протонов. В этой точке нулевое взаимодействие с протоном компенсируется силой взаимодействия тела с электроном атома. Можно видеть также, что если взаимное пересечение прямых $F_{\text{тп}}$ и $F_{\text{те}}$ происходит ниже оси X , то линия $F_{\text{тн}}$ также проходит ниже нее, что соответствует эффекту притяжения телом атома водорода. Таким образом, обобщая результат, можно сделать вывод, что гравитация является компонентой электростатического взаимодействия, которая существует вследствие несовпадения состояний электрической нейтральности тела относительно протонов и электронов.

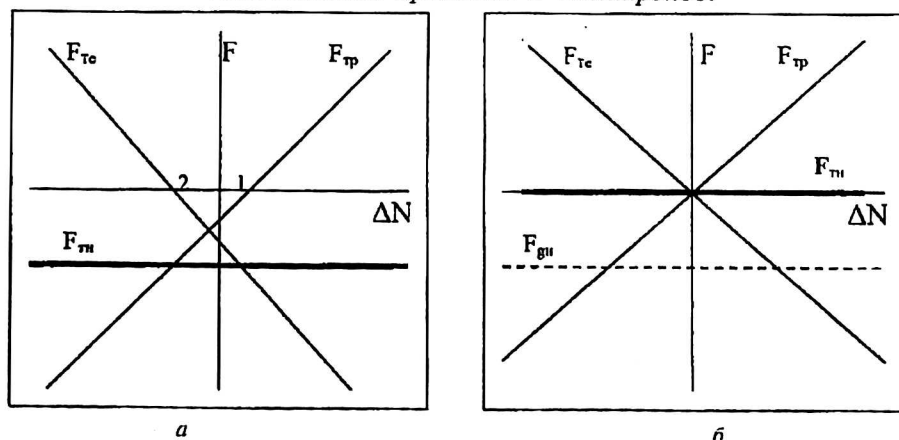


Рис. 2. Силовое взаимодействие произвольно заряженного тела с протоном $F_{\text{тп}}$, электроном $F_{\text{те}}$ и атомом водорода $F_{\text{тн}}$ в зависимости от величины и знака заряда: а — в логике новой записи центрального взаимодействия; б — при классическом представлении. $F_{\text{гн}}$ — гравитационное взаимодействие тела с атомом водорода

Несовпадение состояний нейтральности относительно двух частиц характеризуется величинами параметров k_f, k_s (10). Различие между этими состояниями мало и представляет преимущественно теоретический интерес.

Для сравнения на рис. 2, б приведены зависимости силового взаимодействия тела с протоном, электроном и атомом водорода, вытекающие из закона Кулона. Симметрично наклонные относительно оси X прямые, обозначающие силовое взаимодействие протона и электрона, пересекаются между собой в точке пересечения осей. При таком представлении зависимостей электростатическое взаимодействие тела с атомом водорода оказывается тождественно равным нулю независимо от заряда тела. Это отображается прямой $F_{\text{тн}}$, совпадающей с осью X . Классическое представление об электростатических взаимодействиях в варианте б привели к необходимости введения дополнительного поля — гравитационного, которое выглядело принципиально отличающимся от электростатического. На рис. 2, б гравитационное поле атома водорода представлено пунктирной линией $F_{\text{гн}}$.

Смешанная компонента, как можно заключить по характеру силового взаимодействия тела с атомом водорода, существует лишь при условии различия углов наклона относительно оси X прямых, обозначающих взаимодействие протона и электрона с телом.

Заключение

Использование ЗЭВ в уравнении (2) предполагает переход от понятий заряда и тяготеющей массы к параметрам f , s . Имеющиеся экспериментальные данные, накладывая на значения этих параметров некоторые ограничения, не позволяют в настоящее время определить их однозначно. При взаимодействиях они всегда выступают в виде произведений, ввиду чего предстоит отыскать способы раздельного определения их значений. Необходимо будет также установить, как они соотносятся с известными константами.

Практически важным представляется вопрос о том, реализуется ли в природе смешанное взаимодействие. Существование его возможно при отличии от нуля суммы коэффициентов k_f и k_s , значения которых предстоит измерить. Однако информация о компоненте может быть получена экспериментально и без раздельного знания значения каждого коэффициента. Смешанная компонента может вносить заметные коррективы в практические расчеты, поэтому исследования в этом направлении представляются весьма актуальными.

Изложенный вариант объединения электростатического поля с гравитационным не противоречит экспериментальным данным о связи гравитации с неоднородностью (кривизной) пространства. Из построений следует лишь, что в дальнейшем эффекты неоднородности пространства необходимо связывать с электростатическим полем. В частности, можно ожидать, что неоднородность пространства вблизи протона в его поле может быть сильнее неоднородности, проявляющейся в гравитационном поле атома водорода, в пропорции отношения сил смешанного взаимодействия протона с атомом водорода и гравитационных сил между двумя атомами водорода.

Новая форма записи ЗЭВ влечет за собой коррекцию представлений о физической сущности электромагнитного поля, что должно учитываться при дальнейшем развитии модели, т. е. при построении нестатической теории гравиелектромагнитного взаимодействия.

Литература

1. Салам А. Унификация сил. В сб. Фундаментальная структура материи. — М.: Мир, 1984. С. 173—203.
2. Лозунов А. А. Теория классического гравитационного поля// УФН, 1995. Т. 165. № 2. С. 187—203.
3. Паули В. Теория относительности. — М.: Наука, 1983. — 336 с.

Electrostatics and gravitation as different manifestations of stable elemental particles general interaction

L. A. Pokhmelnykh
ELAT Co., Mexico City, Mexico

New inscription of elemental particles central interaction more corresponding to a conception of nearaction is offered. Different parameters characterizing a proton and an electron as sources of electrostatic field and as objects for exterior one are introduced. It is shown that utilization of these parameters permits to consider gravitational field as a component of electrostatic one existing on account of incoincidence of electric neutrality of a body relatively to electrons and protons. Besides of electrostatic and gravitational interactions the new inscription forecasts existence of a third (mixed) component of central interaction, which acts between charged and electrically neutral objects.

* * *