

ЗАКОН КУЛОНА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЗАРЯДОВ

Д.т.н. проф. В.Эткин

Институт интегративных исследований

v_a_etlin@bezeqint.net

АННОТАЦИЯ

Предложена полевая форма закона Кулона, представляющая электрическом поле в функции градиента плотности заряда в нем и аналогичная по форме модифицированному закону Ньютона. Этот закон обнаруживает существование электростатического равновесия и притяжения зарядов одного знака в зависимости от направления градиента его плотности. На этой основе дана новая трактовка процессов поляризации диэлектриков как результат перераспределения зарядов одного знака с создание избытка его в одних частях системы, и недостатка – в других. Показана возможность формирования устойчивых структур из частиц с зарядом одного и того же знака в противовес концепции «частица - античастица».

Ключевые слова: электрический заряд, взаимодействие, закон Кулона, притяжение и отталкивание, электризация, поляризация, положительный и отрицательный заряд, частицы и античастицы.

ВВЕДЕНИЕ.

Явление электризации (приобретения заряда) известно еще с тех пор, когда античный философ Фалес, натирая меховой шкуркой янтарь, обнаружил способность его после такой «зарядки» притягивать перья птиц, пух, сухие листья и некоторые другие легкие предметы. Затем выяснилось, что одни и те же тела при взаимодействии с разными материалами могут приобретать свойство как притягивать, так и отталкивать их. Так родилось представление об *электрических зарядах* противоположных знаков. Принято считать, что первым учёным, аргументированно отстаивавшим эту точку зрения, был француз Ш. Дюфе, который в 1733 г. ввел термины «смоляное» (отрицательное) и «стекольное» (положительное) электричество [1]. Эти представления укрепились после экспериментов Фарадея с разделением электролитов на электроны и ионы [2], открытия К. Андерсоном (С. Anderson) позитронов в космических лучах [3] и в особенности после обнаружения явления рождения электрон - позитронных пар [4].

Между тем еще Б. Франклин, который впервые ввёл понятие положительного и отрицательного заряда в 1749 году, в своей книге «Опыты и наблюдения над электричеством», отстаивал иную точку зрения, согласно которой знак силы определяется избытком или недостатком некоего «электрического» флюида, способного перетекать из одного тела в другое при их контакте [1]. Иными словами, он доказывал, что силы притяжения и отталкивания зависят не от «знака» электричества, а от его распределения между различными телами.

Цель настоящей статьи – подтвердить право на существование такой точки зрения с современных позиций, не признающих существования подобных флюидов, но допускающих возможность описания дискретных сред на языке физики континуума.

2. Полевая формулировка закона Кулона

Согласно закону Ш. Кулона (1785), модуль F_e силы взаимодействия \mathbf{F}_e двух точечных зарядов q и Q пропорционален произведению модулей их зарядов q и Q , и обратно пропорционален квадрату расстояния r между ними [1]:

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{r^2}, \quad (1)$$

где ϵ_0 – диэлектрическая постоянная вакуума.

Закону Кулона соответствует потенциал электростатического поля $\varphi(\mathbf{r})$ как мера его потенциальной энергии в точке поля \mathbf{r} на расстоянии r от «полеобразующего» заряда Q :

$$\varphi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}. \quad (2)$$

Этот потенциал характеризует ослабление электрического поля по мере удаления от центра фиксированного «полеобразующего» заряда Q и не дает представления об изменении потенциала поля как функции плотности ρ_e заряда в нем $\varphi(\rho_e)$. Между тем это принципиально важно, поскольку «первопричиной» возникновения силы $\mathbf{F}_e = -(\partial U_e / \partial \mathbf{r})_V$ является именно градиент плотности электростатической энергии $U_e = U_e(\rho_e)$, а работа W_e перемещения заряда в электрическом поле \mathbf{E} обусловлено исключительно неоднородностью поля $\rho_e = \rho_e(\mathbf{r})$.

С этой целью выделим в пространстве сферу единичного объема V_0 с радиусом $r_0 = \text{const}$ и плотностью заряда $\rho_e = Q/V$, на поверхности которого потенциал $\varphi(r_0)$ имеет одно и то же значение. В таком случае выражение (2) можно представить в виде:

$$\varphi(\rho_e) = (V_0/4\pi\epsilon_0 r_0) \rho_e(\mathbf{r}). \quad (3)$$

Это выражение представляет потенциал $\varphi(\rho)$ как неявную функцию координаты поля \mathbf{r} $\varphi(\rho_e) = \varphi[\rho_e(\mathbf{r})]$, что сохраняет смысл понятия напряженности \mathbf{E} электростатического поля как отрицательного градиента этого потенциала. С учетом постоянства выражения в скобках (3) имеем:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi(\rho) = -(V_0/4\pi\epsilon_0 r_0) \nabla\rho_e. \quad (4)$$

Если дополнить выражение в скобках до величины потенциала сферы единичного объема $\varphi_0 = \rho V_0/4\pi\epsilon_0 r_0$, (кратко: единично потенциала), найдем:

$$\mathbf{E} = -\varphi_0 \nabla\rho_e / \rho_e. \quad (5)$$

Это и есть искомое «полевое» представление закона Кулона, описывающее поле в функции градиента плотности распределенного в нем заряда $\nabla\rho_e$.

В отличие от уравнения Пуассона [1]:

$$\nabla^2\varphi = 4\pi\epsilon_0\rho_e, \quad (6)$$

выражение (5) дает более непосредственную связь электрического поля с локальной плотностью «полеобразующего» заряда ρ_e . Внешне оно совершенно идентично закону Ньютона в его полевой форме [5]:

$$\mathbf{E}_g = -\psi_g \nabla \rho_g / \rho_g, \quad (7)$$

где \mathbf{E}_g , ψ_g – напряженность гравитационного поля и его «единичный» потенциал. Это выражение дает связь напряженности гравитационного поля с локальной плотностью межгалактической среды ρ_g в условиях $\psi_g = c^2$, когда $\nabla \psi_g = 0$, т.е. выражение $\mathbf{E}_g = -\nabla \psi_g$ неприемлемо.

Принципиально важно, что полевая форма законов Ньютона и Кулона (5) и (7) выявляет существование сил притяжения и отталкивания для энергоносителей ρ_g и ρ_e одного и того же знака, показывая, что дело не в них самих, а в их распределении в пространстве. Не менее важно, что эти законы обнаруживают существование в гравитационных и электрических полях неустойчивого равновесия, условием которого является обращение в нуль градиента плотности энергоносителя:

$$\nabla \rho_g = 0 \text{ (гравитационное равновесие); } \nabla \rho_e = 0 \text{ (электростатическое равновесие)}. \quad (8)$$

Существование такого равновесия и возможность существования полей с однородным распределением масс и зарядов никоим образом не следовало из законов Ньютона и Кулона, в которых силы притяжения или отталкивания обращались в нуль только на бесконечности. Это обстоятельство, как будет показано ниже, кардинальным образом изменяет существующие представления о распределении масс и зарядов в пространстве. Кроме того, из выражений (5) и (7) следует, что наличие массы M или заряда Q является лишь *необходимым* условием существования гравитационного \mathbf{E}_g и электрического \mathbf{E} поля, в то время как отличие от нуля градиентов их плотности $\nabla \rho_g$ и $\nabla \rho_e$ является его *достаточным* условием. Это еще раз подчеркивает различие понятий скалярного $\rho_g(\mathbf{r})$, $\rho_e(\mathbf{r})$ и векторного (силового) поля $\nabla \rho_g(\mathbf{r})$, $\nabla \rho_e(\mathbf{r})$ поля, первое из которых создается массами и зарядами, а второе – их неоднородным распределением в пространстве.

Для последующего, однако, более важно то, что в соответствии с модифицированным законом Кулона (5) знак силы взаимодействия может быть различным и для одноименных зарядов. Это обстоятельство подтверждает правоту Б. Франклина, согласно которому этот знак не присущ заряду «от рождения», а определяется избытком или недостатком плотности ρ_e «электричества» в пространстве. Рассмотрим некоторые следствия из этого обстоятельства.

3. Полевая трактовка процесса поляризации

Применим модифицированный закон Кулона к процессу поляризации, который традиционно представляется как результат возникновения неведь откуда равных по величине «связанных» положительных и отрицательных зарядов Θ_e' и Θ_e'' и их последующего разделения в пространстве. Точно так же представляется и поляризация магнетиков, в которых роль разноименных зарядов выполняют еще более таинственные «магнитные массы» или «полюса», неизменно возникающие при любом дроблении постоянного магнита на части. При этом появление у нейтрального диэлектрика избытка заряда одного знака объясняется «выдвижением» дипольных зарядов противоположного знака за «границы» системы, ка будто эти границы не определяются ими самими [6]. Таковы же представления об акте рождения

пары «электрон-позитрон» и других пар «частица – античастица» из физического вакуума, вплоть до предположения о существовании «суперсимметрии» у всех элементарных частиц.

Между тем такой «механизм» поляризации вещества и физического вакуума с возникновением массивных частиц из безмассовых фотонов вызывает много вопросов, на которые современная наука предпочитает не отвечать. В противовес этому мы хотим показать, что поляризация в самом общем понимании этого термина состоит просто в создании пространственной неоднородности распределения носителей энергии одного знака. Для этого мы привлечем термokinетику как дисциплину, осуществившую синтез методов равновесной [6] и неравновесной [7] термодинамики и их обобщение на нетепловые формы энергии [8].

Спецификой термokinетики является то, что она оперирует понятием собственной энергии системы U как наиболее общей функцией ее состояния. С этой целью в ней доказывается теорема, согласно которой число независимых аргументов энергии U произвольной неоднородной системы равно числу независимых процессов, протекающих в ней. При этом учитывается, что во внутренне неравновесных (пространственно неоднородных) системах наряду с процессами внешнего теплообмена, массообмена, диффузии, объемной деформации, электризации, ускорения и т.п., связанными с изменением массы M , энтропии S , заряда Q , чисел молей k -х веществ N_k , их импульсов \mathbf{P}_k , и моментов \mathbf{L}_k и т.п., протекают внутренние (в том числе необратимые) процессы *перераспределения и переориентации* материальных носителей Θ_i энергии U_i всех ее форм. Это обуславливает необходимость введения специфических параметров \mathbf{Z}_i , характеризующих удаление системы в целом от равновесия по любому i -му ее свойству. Чтобы найти такие параметры, рассмотрим произвольное распределение плотности $\rho_i(\mathbf{r}, t) = \partial\Theta_i/\partial V$ произвольной термостатической величины Θ_i (именуемой в дальнейшем энергоносителем) по любому направлению исследуемой системы в момент времени t (рис. 1). Этому распределению соответствуют кривые $\rho_i(\mathbf{r}, t)$, которые для наглядности представлены в функции радиус-вектора точки поля \mathbf{r} .

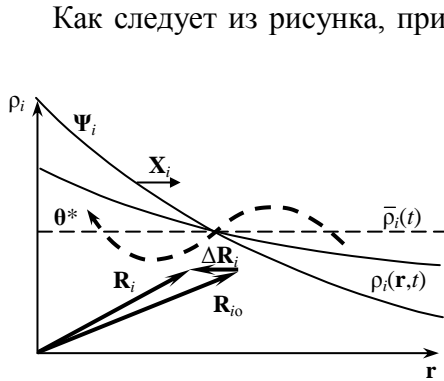


Рис. 1. К образованию момента распределения.

Как следует из рисунка, при отклонении распределения Θ_i от равномерного с плотностью $\bar{\rho}_i(t)$ некоторое количество этой величины Θ_i^* переносится из одной части системы в другую в направлении, указанном стрелкой. Такое «перераспределение» экстенсивной величины Θ_i (в данном случае плотности ρ_e заряда Q) вызывает смещение центра этой величины из первоначального положения \mathbf{R}_{i0} в текущее \mathbf{R}_i . Известно, что положение центра какой-либо экстенсивной величины Θ_i , задаваемое радиусом-вектором \mathbf{R}_i , определяется выражением:

$$\mathbf{R}_i = \Theta_i^{-1} \int \rho_i(\mathbf{r}, t) \mathbf{r} dV, \quad \mathbf{R}_{i0} = \int \bar{\rho}_i(t) \mathbf{r} dV, \quad (9)$$

где \mathbf{r} – бегущая (эйлерова) пространственная координата.

Сравнивая его с положением \mathbf{R}_{i0} центра той же величины Θ_i в однородном состоянии плотностью $\bar{\rho}_i(t)$, найдем, что отклонение системы от однородного состояния сопровождается смещением ее центра на величину $\Delta\mathbf{R}_i = \mathbf{R}_i - \mathbf{R}_{i0}$ и возникновением «момента распределения» \mathbf{Z}_i этой величины Θ_i [9]:

$$\mathbf{Z}_i = \Theta_i \Delta \mathbf{R}_i = \int_V [\rho_i(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_i(t)] \mathbf{r} dV. \quad (10)$$

Таким образом, удаление системы от состояния равновесия сопровождается появлением у нее дополнительной степени свободы, связанной со смещением $\Delta \mathbf{R}_i$. Это смещение порождает силу, стремящуюся вернуть систему в первоначальное состояние:

$$\mathbf{E} = -(\partial U_e / \partial \mathbf{Z}_e). \quad (11)$$

Смысл этой силы станет ясен, если принять во внимание, что производная (11) находится в условиях $Q = \text{const}$, когда $d\mathbf{Z}_e = Q d\mathbf{R}_e$ и $d\mathbf{R}_e = d\mathbf{r}$, поскольку измеряется в одной и той же системе координат. Таким образом, поле \mathbf{E} представляет собой обычную кулоновскую силу $\mathbf{F}_e = -(\partial U_e / \partial \mathbf{r})$, отнесенную к переносимой величине Q , т.е. напряженность электрического поля.

Моменту \mathbf{Z}_i также можно придать более привычный вид, если представить его как диполь с различным знаком заряда Q . Для этого достаточно разбить систему на две части с объемами V' и V'' , где $\rho_i' - \bar{\rho}_i > 0$ и $\rho_i'' - \bar{\rho}_i < 0$ и $Q' = \int (\rho_e' - \bar{\rho}_i) \mathbf{r} dV'$ и $Q'' = \int (\rho_e'' - \bar{\rho}_i) \mathbf{r} dV''$ (рис.1). Поскольку система в целом электронейтральна, $Q'' = -Q'$, и вместо (10) можем написать:

$$\mathbf{Z}_e = \int_{V'} [\rho_e(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_e(t)] \mathbf{r} dV' + \int_{V''} [\rho_e(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_e(t)] \mathbf{r} dV'' = Q' \Delta \mathbf{R}_e' + Q'' \Delta \mathbf{R}_e'' = Q'' \Delta \mathbf{R}_e, \quad (12)$$

где $\Delta \mathbf{R}_e'$, $\Delta \mathbf{R}_e''$ – смещения центров разноименных («поляризационных») зарядов с плотностью ρ_e' и ρ_e'' ; $\Delta \mathbf{R}_e = \Delta \mathbf{R}_e' + \Delta \mathbf{R}_e''$ – плечо диполя.

Вопрос заключается лишь в том, приближает ли введение разноименных зарядов $Q'' = -Q'$ к истине.

4. Распределение свободных зарядов в проводниках

Согласно модифицированному закону Кулона (5), отсутствие электрического поля \mathbf{E} при ρ_e , $\varphi_0 \neq 0$ соответствует равновесному (равномерному) распределению зарядов ($\nabla \rho_e = 0$). Иной вывод следует из теоремы Гаусса (1839), согласно которой при $\mathbf{E} = 0$ и $\rho_e = 0$ (13). Это означает, что внутри проводника заряды ρ_e отсутствуют, поскольку поле внутри проводника поле \mathbf{E} , как известно еще со времен Франклина, отсутствует. Обычно это объясняют наличием кулоновских сил отталкивания, которые вынуждают свободные электроны сосредотачиваться в тонком поверхностном слое проводника, поскольку «наличие зарядов непременно привело бы к возникновению электрического поля в нем» [10]. Между тем такое представление находится в вопиющем противоречии с законом Ома, согласно которому электропроводность проводника прямо пропорциональна его сечению, а не периметру, по которому в таком случае будет течь ток. Если бы дело обстояло именно так, вместо сплошных проводов в линиях электропередач давно применялись бы более легкие трубчатые провода.

Причина ошибочного вывода заключается, как ни странно, в самой теореме Гаусса. Исторически эта теорема основывалась на законе Кулона для одиночного точечного заряда с использованием геометрических соображений и понятия «потока поля». При этом именно закон Кулона породил у Гаусса представление о «потоке поля» как некоей эманации,

«вытекающей» из заряда. В действительности же любое поле подобно ландшафту местности, который вообще никуда не движется [11]. Истинный смысл вектора \mathbf{D} как момента распределения заряда \mathbf{Z}_e становится очевидным лишь при рассмотрении неоднородных систем. Если момент \mathbf{Z}_e отнести к системе единичного объема $\mathbf{Z}_{eV} = \rho_e \Delta \mathbf{R}_e$, как и \mathbf{D} , то станет очевидно, что \mathbf{Z}_{eV} и \mathbf{D} равны по величине, поскольку дивергенция от того и другого равна плотности заряда:

$$\operatorname{div}(\mathbf{Z}_{eV}) = \operatorname{div}\mathbf{D} = \rho_e. \quad (13)$$

Однако момент \mathbf{Z}_{eV} согласно (9) отличен от нуля только при неравномерном распределении заряда, в то время как теорема Гаусса заведомо исходит из того, что поле \mathbf{E} существует всегда, когда $\rho_e \neq 0$. Понимание этого различия позволяет избежать далеко идущего вывода о том, что электрическое поле \mathbf{E} создается зарядами. В действительности заряды $\rho_e(\mathbf{r}, t)$ создают лишь скалярное поле, понимаемое по Фейнману как функция распределения какой-либо физической величины в пространстве, в то время как силовое поле \mathbf{E} согласно (11) определяется отрицательным градиентом этого поля, т.е. порождается неравномерным распределением заряда в пространстве, что непосредственно следует из выражения силы $\mathbf{F}_e = -(\partial U_e / \partial \mathbf{r})$ и приводит к известному выражению работы поляризации:

$$dW_{eV} = -dU_{eV} = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{Z}_e = \mathbf{F}_e \cdot d\mathbf{r}. \quad (14)$$

О том, что трактовка заряда как источника поля \mathbf{E} далеко не безобидна, можно судить по выводу от отсутствия свободных зарядов внутри проводника.

Не менее спорным является утверждение, что поляризация проводников во внешнем поле является следствием возникновения разноименных зарядов на его противоположных поверхностях, поскольку остается неясным, откуда взялись разноименные заряды у электронов одного знака и как можно совместить их смещение в проводнике с утверждением об отсутствии свободных зарядов в его объеме.

Модифицированный закон Кулона (5) позволяет устранить эти недоразумения. Согласно ему, отсутствие поля \mathbf{E} внутри проводника свидетельствует лишь о равномерном распределении зарядов в нем, а не об их отсутствии. При внесении же проводника во внешнее электростатическое поле \mathbf{E}_0 на заряженные частицы начинают действовать дополнительные кулоновские силы, которые вызывают смещение внутри металла в основном свободных электронов. В результате в одних областях проводника (а не только на его поверхностях) появляется избыток, а на других – недостаток плотности свободного заряда одного знака. При этом возникает встречное электрическое поле с напряженностью \mathbf{E} , и при $\mathbf{E} + \mathbf{E}_0 = 0$ достигается состояние внешнего равновесия проводника и поля. Следовательно, для проводника во внешнем поле характерно неоднородное распределение электронов по объему проводника, а не их отсутствие.

5. Стабильность ядер и атомов как следствие равновесия

Принято считать, что устойчивость ядер и других структурных элементов вещества обеспечивают внутриядерные силы. Однако, что такое ядерные силы, какова их природа, пока неизвестно. Обычно устойчивость структур вещества на любом иерархическом уровне мироздания объясняют наличием тончайшего баланса гравитационных сил притяжения и

кулоновских сил отталкивания одноименных зарядов, или как следствие равенства кулоновских сил притяжения разноименных зарядов и центробежных сил в орбитальном движении частиц вещества. Между тем имеющиеся фотографии атомов и кристаллических решеток, полученные с помощью туннельных сканирующих микроскопов, не содержат даже намека на планетарное их устройство [12]. Об этом свидетельствуют и недавние эксперименты по рассеянию электронов на препятствиях, согласно которым они выглядят так, будто состоят из концентрических зон (поясов) упругости, отстоящих друг от друга на расстоянии, кратном длине волны де Бройля [13].

Установление того, что силы притяжения или отталкивания могут возникать у зарядов одного и того же знака в зависимости от распределения их в пространстве, вносит кардинальные изменения в эти представления. Особенно продуктивна в это отношении идея существования «замкнутых волн», высказанная впервые, насколько нам известно, астрофизиком Д. Джинсом [14]. Такие волны легко себе представить, соединив начала и концы волновых пакетов, которыми принято моделировать фотон в волновой теории света. Свойства замкнутых волн могут быть весьма разнообразными. Они могут отличаться друг от друга частотой, амплитудой и фазой волны, числом входящих в них одиночных волн, эквивалентным диаметром окружности, соединяющей их узлы, взаимной ориентацией их осей и направления вращения, направлением и скоростью вращения плоскости ее поляризации, ее «скрученностью», шагом и направлением образующейся спирали, и т.д., и т.п. Благодаря разнообразию таких структур волновая модель структурных элементов вещества способна отразить любые физико-химические, электрические, термические и механические свойства веществ. Ряд таких свойств может иметь противоположный характер. В частности, в тороидальной модели замкнутой волны, имеющей вид спирали (рис.3), они могут зависеть от направления экваториального и меридионального вращения, а также от ориентации его оси в электрическом или магнитном поле, что может трактоваться и как наличие «заряда» или спина противоположного знака [12].

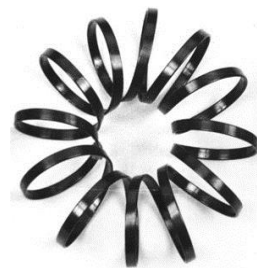


Рис.3. Замкнутая тороидальная волна-частица

Разнообразными могут быть и размеры таких образований – от гигантских скоплений типа «Млечный путь» до менее чем наномиллиметровых колец, оставляющих в камере Вильсона или на фотоэмульсии точечный след и потому принимаемых нами за частицы. Замкнутые волны могут быть как стоячими, так и бегущими, поскольку в них отсутствует отражение, делающее волну стоячей. Их принципиальное отличие от вихрей в той же барионной среде состоит в том, что в замкнутой бегущей волне циркулирует не масса, а энергия, в то время как вещество по-прежнему участвует только в возвратно-поступательном движении в пределах четверти длины волны. При этом эффект вращения создается лишь движением пучностей волны.

Согласно волновой концепции строения вещества [12], нуклоны и другие его структурные элементы (протоны, электроны, нейтроны, кварки и т.п.) представляют собой замкнутые волны, пучности которых располагаются в зонах либрации (локального гравитационного и электрического равновесия, где $\nabla p = 0$). Для образования таких волн и

последующей группировки их в различные структуры в соответствии с модифицированными законам Кулона (5) и Ньютона (7), достаточно наличия градиентов их плотности соответствующего знака $\nabla\rho \neq 0$. Естественно, что замкнутыми могут стать только такие волны, которые обладают вращательной составляющей скорости колебательного движения. Именно поэтому, видимо, барионное вещество во Вселенной и составляет всего около 5% ее массы. Однако важно, что в любом случае замкнутые волны возникают самопроизвольно и представляют собой структурные элементы вещества со сложным внутренним строением независимо от их места в иерархической цепочке «бесконечной вложенности» материи.

Предложенное объяснение процессов структуризации освобождает от необходимости «примирения» противоречивых требований к свойствам сильного взаимодействия, которое должно быть короткодействующими (до 10^{-13} см), сменяться силами отталкивания при дальнейшем удалении нуклонов, зависеть от взаимной ориентации их спинов и величины их заряда нуклонов, но не зависеть от их знака, и т.п.

7. Обсуждение результатов и их экспериментальное подтверждение

Предложенная в статье полевая форма закона Кулона интересен прежде всего тем, что она явным образом исходит из признания неоднородного распределения заряда в пространстве, как это и имело место в экспериментах Кулона. В этом отношении она дополняет данный ранее теоретический вывод закона Кулона, основанный на неоднородности поля зарядов [16].

Одним из важнейших следствий такого представления является вывод, что электрическое поле создается не зарядами, а их неравномерным распределением в пространстве. Насколько это положение расходится с общепринятым мнением, можно судить хотя бы на приведенном выше примере с распределением заряда в проводнике.

Не менее важным является предсказание законом (5) существования сил притяжения и отталкивания у зарядов одного и того же знака, что роднит его с модифицированным законом тяготения Ньютона (7), выведенным ранее из принципа эквивалентности массы и энергии [17]. Единство их аналитических выражений обуславливает и общность следующих из них выводов. Один из таких выводов касается отсутствия в этих законах расходимости – обращения в бесконечность энергии, потенциала поля и силы взаимодействия по мере сближения точечных масс или зарядов ($R \rightarrow 0$), свойственного закону (1). Это обстоятельство свидетельствует о том, что модифицированные законы Ньютона и Кулона ближе к реальности, чем их классические выражения.

Другой вывод касается предсказания существования в гравитационном и электрическом поле сил как притяжения, так и отталкивания независимо от знака источника поля. Для электрических сил это казалось вполне естественным ввиду исторически сложившегося представления о существовании зарядов разного знака. Однако применительно к гравитации это означало бы признание существования антиматерии, что в настоящее время выглядит как беспочвенная фантазия.

Далее, оба модифицированных закона показывают, что господствующая в современной физике концепция «суперсимметрии» (одновременного рождения и исчезновения частиц и античастиц), требующая отыскания антипода у каждой элементарной частицы, не является

обоснованной. В этом отношении весьма интересны результаты недавних экспериментов по программе ASM (Alpha Magnetic Spectrometer) проводимых на борту международной космической станции «Мир» [18]. Сверхчувствительные магнитные спектрометры обнаружили, что электроны и позитроны присутствуют в потоках космических излучений в разных количествах, т.е. рождаются независимо друг от друга. Этот результат может явиться следствием преобладания одних и тех же волновых структур с различным поведением их в магнитном поле спектрометра, что вполне созвучно взглядам Б. Франклина.

Существование сил противоположного знака в зависимости от распределения материи и ее заряда находит подтверждение и в недавнем обнаружении во Вселенной кольцевых структур, в которых периферийные скопления галактик удерживаются на примерно одинаковом расстоянии от центральных скоплений [19]. Астрофизики объясняют это наличием акустических осцилляций первичной плазмы Вселенной, т.е. образованием волновых структур с градиентами плотности, направленными навстречу друг другу [20]. Это полностью соответствует предсказаниям модифицированных законов Кулона (5) и Ньютона (7), которые объясняют наличие сил отталкивания без привлечения гипотетической «темной энергии». Все это подчеркивает эвристическую ценность полевой формы этих законов.

Литература

- [1] Э. Уиттекер. История теории эфира и электричества (Пер. с англ.) – Ижевск, 2001. 512 с.)
- [2] М. Фарадей. Избранные работы по электричеству. – М.-Л.: ГОНТИ, 1939.
- [3] C.D. Anderson. The Positive Electron, *Phys. Rev.* 43 (1933) 491
- [4] P. Blackett. Nobel Lectures, Physics 1942-1962, Elsevier Publ. Comp., Amsterdam, 1964
- [5] V.A. Etkin. Bipolar law of gravitation. //World Scientific News, **74**, 272-279 (2017)
- [6] И.П. Базаров. Термодинамика. Изд. 4–е. М.: Высшая школа, 1991
- [7] И. Дьярмати. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. – М.: Мир, 1974, 304 с.
- [8] В.А. Эткин. Термокинетика (термодинамика неравновесных процессов переноса и преобразования энергии. Тольятти, 1999, 228 с.)
- [9] В.А. Эткин. Параметры пространственной неоднородности неравновесных систем. viXra.org .1205.0087v1. 22.05.2012).
- [10] Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика, Т.8. Электродинамика сплошных сред. М., Наука,1982.
- [11] Р.Фейнман, Р. Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т.5. – М.: Мир, 1976).
- [12] V.A. Etkin, On Wave Nature of Matter. // World Scientific News **69**, 220-235 (2017).
- [13] A. Houselt, J. W. Harold. Zandvliet Colloquium: Time-resolved scanning tunneling microscopy. // Rev. Mod. Phys.. — 2010. — Vol. 82. — P. 1593—1605.
- [14] J.H. Jeans The New Background of Science. — London, 1933.
- [15] Дж. К Максвелл. Трактат по электричеству и магнетизму.Т.1,2– М.: Наука, 1989.

- [16] *В.А. Эткин*. Теоретический вывод закона Кулона. // Доклады независимых авторов. 2014. – Вып. 29. С.180...183).
- [17] *V. Etkin*. Gravitational repulsive forces and evolution of universe. //Journal of Applied Physics, 2017. Vol.8, Issue 4.Ver.II.PP.00-00 (DOI: 10.9790/4861-08040XXXXX). (06.01.2017)
- [18] *M. Aguilar et al.* (AMS Collaboration) Phys. Rev. Lett. **113**, (2014) 192-112.
- [19] *BOSS: Dark Energy and the Geometry of Space*. //SDSS III, 2011.
- [20] *D. J. Eisenstein et al.* //The Astrophysical Journal, **633** (2) 2005 560.