

Простейший электродинамический вывод силы тяготения, ускорения свободного падения и гравитационной массы

И. Мисюченко

Казань, 24.07.2018

Попытаемся вначале средствами *электродинамики* вывести силу тяготения, действующую на любое локальное электрическое поле \mathbf{E} , находящееся во внешнем «гравитационном поле», характеризующемся напряженностью \mathbf{g} . Гравитационное поле, как прямо следует из Общей теории относительности (ОТО), связано с *градиентом диэлектрической проницаемости мировой среды* (физического вакуума) [1]:

$$(1) \vec{\nabla} \varepsilon_{\text{отн}} = \frac{\vec{g}}{c^2} = \mu_0 \varepsilon_0 \vec{g} \Rightarrow \vec{g} = c^2 \vec{\nabla} \varepsilon_{\text{отн}}$$

Где ε_0 – электрическая постоянная, μ_0 – магнитная постоянная, c – скорость света в вакууме, $\varepsilon_{\text{отн}}$ – безразмерная относительная диэлектрическая проницаемость вакуума в области действия тяготения.

Как установлено ещё Гельмгольцем, плотность объемной пондеромоторной силы f_p , действующей *на диэлектрическую среду* (а вакуум – диэлектрическая среда) со стороны электрического поля \mathbf{E} равна [2],[9],[10]:

$$(2) \vec{f}_p = -\frac{E^2}{2} \cdot \vec{\nabla} \varepsilon + \vec{\nabla} \left(\mu_{\text{среды}} \frac{d\varepsilon}{d\mu_{\text{среды}}} \cdot \frac{E^2}{2} \right),$$

где $\mu_{\text{среды}}$ – массовая плотность среды, ε – *размерная* диэлектрическая проницаемость. Поскольку у вакуума *sui generis* нет массовой плотности $\mu_{\text{среды}}$, то, считая возмущающее влияние электрического поля на вакуумную среду пренебрежимо малым, видим, что второй член в (2) обращается в нуль, при $\mu_{\text{среды}} \rightarrow 0$, и тогда (2) можно записать в виде:

$$(3) \vec{f}_p = -\frac{E^2}{2} \cdot \vec{\nabla} \varepsilon$$

Отметим, что нас интересует не пондеромоторная сила, *действующая на среду*, а наоборот, сила, *действующая на поле \mathbf{E}* со стороны среды. Соответственно, по 3-му закону Ньютона [5], знак в правой части (3) надо будет заменить на противоположный:

$$(4) \vec{f} = -\vec{f}_p = \frac{E^2}{2} \cdot \vec{\nabla} \varepsilon$$

Это и есть искомое электродинамическое выражение для плотности силы тяготения, действующей на электрическое поле.

Теперь вспомним выражение для плотности энергии ω электрического поля \mathbf{E} в вакууме [3]:

$$(5) \omega = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$

Используя принцип эквивалентности энергии W и массы m [4]:

$$(6) W = mc^2 \Rightarrow \omega = \mu c^2,$$

запишем плотность массы $\mu_{\text{поля}}$ электрического поля \mathbf{E} в вакууме:

$$(7) \mu_{\text{поля}} = \frac{\omega}{c^2} = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2c^2}$$

Вспомним теперь 2-й закон Ньютона [5], описывающий силу, действующую на ускоряемую массу m :

$$(8) \vec{F} = -m\vec{a}$$

Заменим в (8) массу m и силу \vec{F} на плотность массы $\mu_{\text{поля}}$ и плотность силы \vec{f} из (4), учитывая, что \vec{f} и \vec{F} противоположны. Это можно делать, поскольку плотность есть отношение величины к объёму и, соответственно, поставив плотности и в левой и правой части выражения (8) мы не нарушим равенства:

$$(9) \vec{f} = \mu_{\text{поля}} \vec{a}$$

Понятно, что имея ненулевую плотность массы (7), под действием плотности силы (9) поле вынуждено придёт в ускоренное движение по направлению действия силы с вполне определённым ускорением \vec{a} . Вычислим его из (9), используя выражения (4) и (7):

$$(10) \vec{a} = \frac{\vec{f}}{\mu_{\text{поля}}} = \frac{\frac{E^2}{2} \cdot \vec{\nabla} \varepsilon}{\frac{\varepsilon_0 E^2}{2c^2}} = c^2 \frac{\vec{\nabla} \varepsilon}{\varepsilon_0} = c^2 \vec{\nabla} \varepsilon_{\text{отн}} = \vec{g}$$

Мы получили ускорение свободного падения электрического поля, вызванное тяготением.

Сравнивая (10) с (1) видим, что полученное нами электродинамическим путём ускорение \vec{a} полностью эквивалентно классическому «гравитационному» ускорению свободного падения \vec{g} . Таким образом, мы выяснили не только электродинамическую природу «гравитационного ускорения», но и точный физический механизм, вызывающий силу тяжести. Механизм оказался очень прост: поскольку гравитация эквивалентна градиенту диэлектрической проницаемости вакуума, то на электрическое поле в градиентной диэлектрической среде будет действовать известная с 19-го века [2] электрическая сила (4), вызывая ускоренное движение поля, т.е. падение его на источник тяготения ровно с ускорением (10) свободного падения \vec{g} . Причём общность результатов (4) и (10) такова, что

позволяет утверждать универсальность действия этого механизма вне зависимости от того, как именно устроен источник электрического поля (будь то неравновесный электрический заряд, диполь, мультиполь, или вообще электромагнитная волна), от направления электрического поля и других его особенностей (поскольку в выражения входит *квадрат* напряженности поля).

Теперь, исходя из полученных результатов мы можем очень просто посчитать «гравитационную массу» электрона, полагая его в виде невесомой поверхностно-заряженной сферы с зарядом q и радиусом r_0 . Исходя из общности результатов (4) и (10) мы должны для этого просто проинтегрировать плотность массы *электрического поля* нашего электрона по всему пространству. По счастью, давно и хорошо известна *полная энергия электрического поля заряженной сферы* [6]:

$$(11) W = \frac{1}{2} q\varphi_0 = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 r_0}$$

Снова используя принцип эквивалентности энергии и массы (6), получим гравитационную массу электрона:

$$(12) m_0 = \frac{W}{c^2} = \frac{1}{2c^2} q\varphi_0 = \frac{q^2}{8\pi c^2 \epsilon_0 r_0} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 q^2}{8\pi \epsilon_0 r_0} = \frac{\mu_0 q^2}{8\pi r_0},$$

учитывая, что $c^2 = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}$. Видим, что гравитационная масса полностью эквивалентна инерционной массе [7], и, таким образом устанавливаем, что равенство гравитационной и инерционной масс не какой-то таинственный принцип, почему-то постоянно подтверждающийся всё уточняющимися экспериментами, а закономерный результат действия электродинамических *механизмов* инерции и гравитации. Следует отметить, что в приведенной теории, в отличие от ОТО (несмотря на формальную идентичность ряда результатов), не абстрактное искривление «пространства-времени» есть причина и тяготения и градиента диэлектрической проницаемости вакуума, а именно градиент диэлектрической проницаемости вакуума (материальной физической среды), вызванный источником тяготения – достаточная причина возникновения силы тяжести и свободного падения тел под действием источника тяготения. Согласно принципу Оккама [8], если «искривление пространства-времени» не обязательно для объяснения гравитации, то следует обойтись без него, что мы и сделали. Разумеется, остаётся вопрос как именно, по какому механизму гравитирующие тела вызывают в физическом вакууме возникновение градиента диэлектрической проницаемости. Этот вопрос выходит за рамки данной работы и будет рассмотрен отдельно.

Литература

1. Путилов К.А., Фабрикант В.А. Курс физики Том III. Оптика, атомная физика, ядерная физика. Москва, 1963 г. - 634 с. Часть 4-я. Оптика. с.407 ф-ла 25.
2. E .Durand, Electrostatique et Magnétostatique (Masson, Paris, 1953). с.190
3. Т. И. Трофимова. Курс физики. 11-е издание стереотипное. М. Academia. 2006г. § 95. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля. с.173
4. Эйнштейн А. Собрание трудов в 4-х томах. – М., «Наука», 1966.-Т.1. С.36.
5. Т. И. Трофимова. Курс физики. 11-е издание стереотипное. М. Academia. 2006г. §§ 5,6,7. с.14-17
6. Д.Ф. Киселев, А.С. Жукарев, С.А. Иванов, С.А. Киров, Е.В. Лукашева. Электричество и магнетизм. Методика решения задач. Уч. Пособие. М. Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2010. Глава 5. с. 149-150.
7. А.К. Томилин, И.Л. Мисюченко, В. С. Викулин. Энергетические соотношения между механическими и электродинамическими величинами. Периодический научный сборник «Современные тенденции развития науки и технологий». Белгород. 2016 №4-1. с. 53.
8. Дж. Трефил. 200 законов мироздания. Бритва Оккама. М. Изд. «Гелиос», 2007.
9. Тамм И. Е. Основы теории электричества: Учеб. пособие для вузов. — 11-е изд., испр. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 616 с.§.32 стр. 151. Ф-ла (32.12).
10. G. F. Leal Ferreira. Ponderomotive Forces in Dielectrics. Departamento de Física e Ciência dos Materiais, Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos SP, 1977. Ф-ла 1.6.