

О динамических моделях элементарных частиц

Стабильных элементарных частиц в начале прошлого века было известно всего три: электрон, протон и фотон. (Стабильность здесь подразумевается как стабильность изолированных свободных частиц, не связанных ни с какими другими). Эти стабильные частицы имеют такие физические атрибуты: массу покоя (не обязательно), спин (механический момент вращения) и магнитный момент (не обязательно).

Понятие элементарности подразумевает и точечность объекта (иначе возникают трудноразрешимые вопросы о размерах, форме, распределении масс и заряда, и т.д.). Однако точечный объект не может иметь спина, так как момент вращения рассчитывается по формуле, обязательно включающей ненулевой линейный размер - расстояние от оси вращения до вращающегося элемента, имеющего ненулевую массу.

Таким образом, комплект атрибутов стабильных элементарных частиц наводит на мысль, что ни одна из них из-за ненулевого спина не может быть точечной и обязана состоять не менее, чем из двух точечных объектов. Впрочем, число этих точечных объектов (назовем их кварками, в отличие от кварков) может быть и значительно большим. Важно лишь, чтобы система этих кварков была устойчивой, т.е. центростремительные силы взаимного притяжения уравнивались бы центробежными силами разбегания.

Кварковая модель адронов дает интересную подсказку - идею о величинах заряда кварков $q_e/3$ и $2q_e/3$. Попробуем применить эту идею и здесь, положив, что кварк может иметь 4 зарядовых состояния: $\pm q_e/3$ и $\pm 2q_e/3$. Обозначим их как k_- , k_+ , k_+ и k_{++} . Тогда очевидно, что частицы с целочисленным зарядом можно сконструировать из кварков следующими вариантами, сведенными в Таблицу 1.

Таблица 1.

Варианты многочастичной модели

№	Число кварков	Вариант	Состав частицы с единичным отрицательным зарядом	Устойчивость (и причины неустойчивости, если таковая имеет место)
1	2 кварка	1а	$e_-=k_+k_-$	Кулоновское расталкивание
2	3 кварка	2а	$e_-=k_++2k_-$	Стабильна
		2б	$e_-=3k_+$	Кулоновское расталкивание
3	4 кварка	3а	$e_-=k_{++}+2k_++k_-$	Планетная неоднородность
		3б	$e_-=k_++2k_++k_-$	Планетная неоднородность
4	5 кварков	4а	$e_-=k_{++}+k_++3k_-$	Планетная неоднородность
		4б	$e_-=k_{++}+k_++3k_-$	Стабильна
		4в	$e_-=2k_++2k_++k_-$	Планетная неоднородность
		4г	$e_-=k_++4k_-$	Кулоновское расталкивание
5	6 кварков	5а	$e_-=k_{++}+5k_-$	Стабильна
		5б	$e_-=2k_++3k_++k_-$	Планетная неоднородность
		5в	$e_-=2k_{++}+k_++3k_-$	Планетная неоднородность
		5г	$e_-=k_{++}+k_++2k_++2k_-$	Планетная неоднородность
		5д	$e_-=3k_++3k_-$	Стабильна
6	7 кварков	6а	$e_-=2k_{++}+k_++4k_-$	Стабильна
		6б	$e_-=2k_{++}+3k_++2k_-$	Планетная неоднородность
		6в	$e_-=k_{++}+k_++4k_++k_-$	Планетная неоднородность
		6г	$e_-=k_{++}+2k_++k_++3k_-$	Планетная неоднородность
		6д	$e_-=3k_++2k_++2k_-$	Планетная неоднородность
		6е	$e_-=2k_++5k_-$	Стабильна

7	8 квирков	7а	$e.=k_++k_{++}+6k_.$	Стабильна
		7б	$e.=2k_{++}+5k_+k_.$	Планетная неоднородность
		7в	$e.=3k_++4k_+k_.$	Планетная неоднородность
		7г	$e.=2k_{++}+k_++2k_+3k_.$	Планетная неоднородность
		7д	$e.=3k_{++}+4k_+k_.$	Планетная неоднородность
8	9 квирков	7е	$e.=k_{++}+2k_++3k_+2k_.$	Планетная неоднородность
		8а	$e.=3k_{++}+3k_+3k_.$	Планетная неоднородность
		8б	$e.=2k_{++}+k_++2k_+4k_.$	Планетная неоднородность
		8в	$e.=2k_{++}+7k_.$	Стабильна
		8г	$e.=k_{++}+2k_++5k_+k_.$	Планетная неоднородность
9	10 квирков	8д	$e.=3k_++6k_.$	Стабильна
		9а	$e.=3k_{++}+2k_+5k_.$	Планетная неоднородность
		9б	$e.=2k_{++}+k_++k_+6k_.$	Планетная неоднородность
10	11 квирков	9в	$e.=k_{++}+2k_++7k_.$	Стабильна
		10а	$e.=3k_{++}+7k_+k_.$	Планетная неоднородность
11	12 квирков	10б	$e.=2k_{++}+k_++8k_.$	Стабильна
		11а	$e.=3k_{++}+9k_.$	Стабильна

Очевидно, что в стабильной структуре отрицательно заряженного фермиона квирки с положительным зарядом (они - в меньшинстве) должны располагаться на оси вращения системы, а квирки с отрицательным зарядом (планеты) - в одной плоскости, перпендикулярной к этой оси. (Для положительно заряженных фермионов картина размещения квирков прямо противоположна). И еще одно условие стабильности - число квирков на оси не должно превышать трех (иначе эта цепочка будет неустойчивой относительно изгибов по причине "стягивания" к центру системы). Именно это последнее условие ограничивает число вариантов в таблице 1.

Из приведенных вариантов больше половины сразу отпадает или по причине нескомпенсированного кулоновского расталкивания планетных квирков, или по причине неоднородности планетной системы. Неоднородность планетной системы вызывает ее нестабильность, поскольку на одной орбите квирки разных зарядов вращаться не могут из-за различия величин центростремительной и центробежной сил, а нахождение на разных орбитах при различии угловых скоростей орбитального движения вызовет для более удаленных квирков ситуацию, когда суммарный заряд осевых квирков плюс квирков внутренней орбиты окажется того же знака, что и удаленных квирков, и силы кулоновского расталкивания отбросят внешние квирки на бесконечность.

Прежде всего заметим, что в вариантах, где положительных квирков больше одного, но меньше четырех (а у нас и нет вариантов с четырьмя положительными квирками), осевая стабильность системы везде реализуется, поскольку боковые силы, которые могли бы "столкнуть" квирк с оси, отсутствуют в силу симметрии планетной системы, а осевые силы на некотором удалении от плоскости планет обязательно становятся силами притяжения, т.к. суммарный заряд всех квирков, кроме этого удаленного, отрицателен.

Попробуем "примерить" теперь эти модели для заряженных фермионов с ненулевой массой (стабильных среди них всего два: электрон (позитрон) и протон (антипротон), но есть еще и нестабильные μ - и τ -мезоны). Начнем с простейшего - электрона.

Планетарные модели электрона

Будем сначала вместо обобщенного понятия "заряженный фермион" использовать какую-либо конкретную частицу из этого класса, хотя бы электрон. Для других частиц аналогичные расчеты проводятся по тому же алгоритму, а результаты их можно свести в таблицу, тем самым сократив объем текста.

Трехчастичная модель 2а

Начнем с простейшей модели 2а в таблице 1, т.е. рассмотрим электрон как структуру, состоящую из двух кварков k_- , имеющих отрицательный заряд $-\frac{2}{3}q_e$, и одного кварка k_+ , имеющего заряд $+\frac{1}{3}q_e$, выстроенных в линейную цепочку, как показано на рисунке. Для стабильности этой системы вся цепочка должна вращаться с угловой частотой ω_e такой, чтобы центробежная сила уравновешивалась кулоновскими силами.

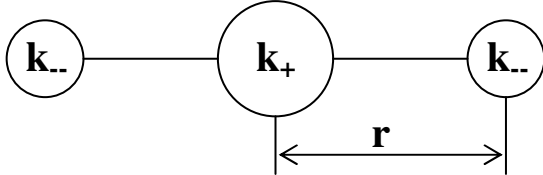


Рис.1. Трехчастичная модель электрона

Можно записать для центробежной силы $F_{цб}$ соотношение $F_{цб} = \frac{m_- v^2}{r} = m_- r \omega^2$ (m_- - масса кварка k_-), а для кулоновских сил, действующих на вращающийся кварк, соотношение $F_{кул} = \frac{q_+ q_-}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{q_- q_-}{4\pi\epsilon_0 (2r)^2} = \frac{q_e^2}{36\pi\epsilon_0 r^2}$. Приравняв эти силы, получим уравнение:

$$m_- \omega^2 r^3 = \frac{q_e^2}{36\pi\epsilon_0} \quad (1)$$

Величина механического момента нашей системы складывается из двух одинаковых слагаемых, причем эта сумма приравнивается величине спина электрона. Получается уравнение:

$$I = \frac{1}{2} \hbar = 2m_- r^2 \omega \quad (2)$$

Величина магнитного момента электрона μ_e также определяется движением двух кварков k_- ; приравняв измеренную величину магнитного момента электрона μ_e величине магнитного момента тока вращающихся кварков, получим:

$$\frac{2}{3} q_e r^2 \omega = \mu_e \quad (3)$$

Наконец, масса электрона M_e равна сумме масс всех трех кварков. Нужно учесть еще и энергию связи кварков, однако, расчет показывает, что сумма энергий притяжения и отталкивания в системе в точности равна нулю. Таким образом, последнее уравнение записывается просто:

$$M_e = m_+ + 2m_- \quad (4)$$

Таким образом, имеем четыре уравнения с 4 неизвестными: m_+ , m_- , r и ω . Система разрешается без каких-либо трудностей:

Из (3) и (2) получаем:

$$m_- = \frac{\hbar q_e}{6\mu_e} = \frac{1,0545716 * 10^{-34} * 1,6021765 * 10^{-19}}{6 * 9,284758 * 10^{-24}} = 3,032946 * 10^{-31} \quad (5)$$

Из (5) и (4) определяем массу другого кварка:

$$m_+ = M_e - 2m_- = 9,109382 * 10^{-31} - 2 * 3,032946 * 10^{-31} = 3,043491 * 10^{-31} \quad (6)$$

Удивительная близость масс обоих кварков дает основания для подозрений, что они просто совпадают, а расхождение в третьем знаке либо обусловлено неточностью исходных данных, либо имеет более глубокий смысл, о котором будет сказано чуть ниже.

Из (1) и (2) с учетом (5) можно определить величину r :

$$r = \frac{9\pi \hbar^2 \epsilon_0}{4 m_- q_e^2} = 8,940227 * 10^{-11} \quad (7)$$

Наконец, из (2), (5) и (7) получаем:

$$\omega = \frac{\hbar}{4m_- r^2} = \frac{1,0545716 * 10^{-34}}{4 * 3,03294 * 10^{-31} * 7,9927734 * 10^{-19}} = 1,087563 * 10^{16} \quad (8)$$

Линейная скорость планетарного вращения кварка получается равной $v = r\omega = \frac{q_e^2}{9\pi\hbar\epsilon_0} = 9,723063 * 10^5$, т.е. существенно меньше скорости света.¹ Линейный размер структуры, определяемый величиной r , намного больше "классического" радиуса электрона $2,82 * 10^{-15}$ м. Однако комптоновская длина волны свободного электрона $\lambda_c = 2,43 * 10^{-12}$ м отличается от "классического" радиуса электрона более значительно, чем от рассчитанного по нашей модели.

Заметим, что радиус изолированного электрона в трехчастичной модели имеет порядок величины, характерный для атомных структур. Это значит, что электрон, связанный в атоме или иной системе, наверняка будет иметь другую, как-то скорректированную структуру, а скорее всего вообще его нельзя будет выделить из остальной структуры атома как самостоятельную систему.

Для позитрона все числовые данные совпадают с данными для электрона (с точностью до знака), и отсюда следует интересный вывод: масса кварка определяется не знаком, а абсолютной величиной его заряда. И здесь заслуживает внимания предположение, что кварк сам состоит из некоей незаряженной субстанции определенной массы m_0 и заряженной добавки q_3 , имеющей массу m_3 . Тогда, сравнив массы кварков с разной абсолютной величиной заряда и полагая, что масса добавки пропорциональна абсолютной величине ее заряда, получим:

$$m_0 = 2m_+ - m_- = 3,054036 * 10^{-31} \quad (9)$$

$$m_3 = m_- - m_+ = -1,054524 * 10^{-33} \quad (10)$$

Необычный вывод: электрический заряд *уменьшает* массу кварка, т.е. добавка имеет отрицательную массу (антигравитация, что ли?). Масса "добавки" m_3 в уравнении (10) относится к кварку с зарядом $\pm q_e/3$, для кварка с удвоенным зарядом и масса "добавки" также будет вдвое больше, т.е. $-2,109047 * 10^{-33}$ кг.

Пятичастичная модель 4б

Хотя здесь при том же комплекте уравнений число неизвестных на единицу больше (на оси расположен не один, а два разных кварка $k+$ и $k++$, но, поскольку они входят только в одно уравнение, то их сумма может быть определена однозначно, т.е. система попрежнему разрешима.

Здесь, однако, по сравнению с трехчастичной моделью имеется существенное отличие: модель перестала быть планарной, осевые кварки находятся вне плоскости орбит планетарных кварков. Поэтому вначале следует определиться с геометрическими

¹ Кстати, выражение для линейной скорости планетарного кварка включает только фундаментальные константы, т.е. не зависит от типа частицы.

параметрами системы, т.е. соотношением между радиусом орбиты и расстояниями осевых кварков от плоскости орбит.

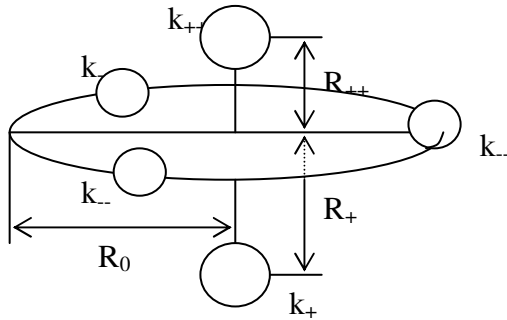


Рис. 2. Пятичастичная модель электрона

Для сил, действующих на каждый из осевых кварков, получаются следующие уравнения:

$$4\pi\epsilon_0 F_+ = \frac{6q^2 R_+}{(R_0^2 + R_+^2)^{3/2}} - \frac{2q^2}{(R_+ + R_{++})^2} = 0 \quad (11)$$

$$4\pi\epsilon_0 F_{++} = \frac{12q^2 R_{++}}{(R_0^2 + R_{++}^2)^{3/2}} - \frac{2q^2}{(R_+ + R_{++})^2} = 0 \quad (12)$$

(здесь q - меньший по абсолютной величине заряд кварка)

Численное решение этой системы уравнений получается таким:

$$R_+ = 0,72627R_0; \quad R_{++} = 0,20456R_0$$

Теперь можно рассчитать и кулоновские силы, действующие на планетный кварк. Центробежные и центростремительные кулоновские силы описываются соотношениями:

$$4\pi\epsilon_0 F_{uc} = \frac{2q^2 R_0}{(R_0^2 + R_+^2)^{3/2}} + \frac{4q^2 R_0}{(R_0^2 + R_{++}^2)^{3/2}} = 2 \frac{q^2}{R_0^2} \left[\left(1 + \frac{R_+^2}{R_0^2}\right)^{-3/2} + 2 \left(1 + \frac{R_{++}^2}{R_0^2}\right)^{-3/2} \right] \quad (13)$$

$$4\pi\epsilon_0 F_{ub} = 2 * \frac{4q^2}{3R_0^2} * \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{4q^2}{3R_0^2} \sqrt{3} \quad (14)$$

Подставляя значения q , R_+ и R_{++} , получим:

$$F_\Sigma = F_{uc} - F_{ub} = \frac{q_e^2}{18\pi\epsilon_0 R_0^2} \left\{ \left[\left(1 + \frac{R_+^2}{R_0^2}\right)^{-3/2} + 2 \left(1 + \frac{R_{++}^2}{R_0^2}\right)^{-3/2} \right] - \frac{2}{3} \sqrt{3} \right\} = 0,0222 \frac{q_e^2}{\epsilon_0 R_0^2} \quad (15)$$

Суммарная сила направлена к центру, т.е. система является устойчивой, можно проводить расчеты дальше. Система уравнений для этой модели выглядит так:

$$\begin{cases} 3m_- R_0^2 \omega = \frac{\hbar}{2} & (16) \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_e R_0^2 \omega = \mu_e & (17) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_- \omega^2 R_0^3 = 0,0222 \frac{q_e^2}{\epsilon_0} & (18) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3m_- + (m_+ + m_{++}) = M_e & (19) \end{cases}$$

Из (16) и (17) получаем:

$$m_{-} = \frac{\hbar q_e}{6\mu_e} = 3,032946 * 10^{-31}, \quad (20)$$

т.е. в точности то же значение, что и для трехчастичной модели. Однако, здесь это дает нетривиальный результат: из (19) следует, что сумма масс положительно заряженных кварков равна $m_{+}+m_{++}=M_e-3m_{-}=9,109382*10^{-31}-3*3,032946*10^{-31}=0,010544*10^{-31}$, т.е. практически равна нулю (а точнее, той самой отрицательной "добавке", которая обсуждалась в трехчастичной модели).

Поскольку расчет для позитрона дает тот же результат, но уже для отрицательно заряженных осевых кварков, то придется сделать вывод, что приняв пятичастичную модель, мы должны признать возможность существования кварков в "почти безмассовом" состоянии. Впрочем, это еще не дает оснований для того, чтобы безусловно отвергнуть этот вариант.

Из (16) и (18) определяется линейная скорость движения планетарных кварков:

$$v = \omega R_0 = 0,1332 \frac{q_e^2}{\epsilon_0 \hbar} = 3,6616 * 10^6 \quad (21)$$

Из (17) с учетом (21) получаем:

$$R_0 = \frac{\mu_e}{q_e v} = \frac{9,284758 * 10^{-24}}{1,602176 * 10^{-19} * 3,6616 * 10^6} = 1,5826 * 10^{-11} \quad (22)$$

И, наконец, из двух последних формул вычисляется $\omega=v/R_0=2,3137*10^{17}$

Шестичастичные модели

Таких моделей в нашем списке две, причем модель 5д почти совпадает с рассмотренной выше пятичастичной моделью. С нее и начнем.

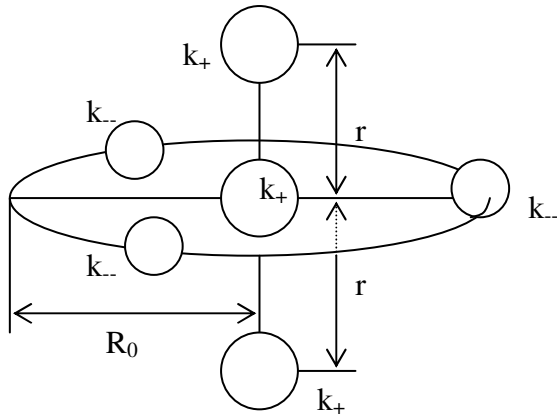


Рис.3. Шестичастичная модель 5д.

Расчет геометрических параметров осевой структуры дает решение $r=0,736108R_0$, числовой множитель в правой части формулы баланса сил, действующих на планетарный кварк, оказывается >0 , система стабильна. Уравнения движения записываются в виде:

$$\begin{cases} 3m_{-} R_0^2 \omega = \frac{\hbar}{2} & (16) \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_e R_0^2 \omega = \mu_e & (17) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{-} \omega^2 R_0^3 = 0,01574 \frac{q_e^2}{\epsilon_0} & (23) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3m_{-} + 3m_{+} = M_e & (24) \end{cases}$$

Решение этой системы уравнений получается таким:

$$m_{-} = 3,03295 * 10^{-31}$$

$$v = 2,59587 * 10^6$$

$$R = 2,23242 * 10^{-11}$$

$$\omega = 1,16281 * 10^{17}$$

$$m_{+} = 3,51285 * 10^{-34}$$

Как и в случае пятичастичной модели, на долю осевых кварков остается тот же самый "остаток", т.е. меньше одного процента от общей массы частицы.

Переходим ко второму варианту шестичастичной модели.

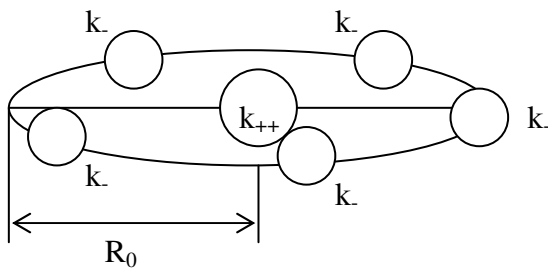


Рис.4. Шестичастичная модель электрона 5a

Система - плоская, все линейные размеры в пятиугольнике планетной системы известны, так что расчет сил, действующих на планетный кварк, не составляет труда. Уравнения движения записываются так:

$$\begin{cases} 5m_{-}R_0^2\omega = \frac{\hbar}{2} & (16) \\ q_e R_0^2 \omega = \frac{5}{3} \mu_e & (17) \\ m_{-} \omega^2 R_0^3 = 0,0116 \frac{q_e^2}{\epsilon_0} & (23) \\ 5m_{-} + m_{++} = M_e & (24) \end{cases}$$

Решение системы:

$$m_{-} = 3,03295 * 10^{-31}$$

$$v = 1,913224 * 10^6$$

$$R = 3,02896 * 10^{-11}$$

$$\omega = 6,31643 * 10^{16}$$

$$m_{+} = -6,05536 * 10^{-31}$$

Вот тут и выясняется, что во всех рассмотренных моделях масса орбитального кварка (независимо от их количества) равна одной и той же величине $3,03295 * 10^{-31}$ кг, а уж что останется осевым кваркам, зависит от выбора модели. Поэтому, если не пытаться объяснить экзотическое понятие отрицательной массы (которое, кстати, привело Дирака к открытию позитрона), то модели электрона с числом орбитальных кварков больше трех (или двух?) следует признать неадекватными. А значит, все рассмотренные выше модели кроме первой (или кроме первых трех?) к стабильной элементарной частице - электрону неприменимы.

Семичастичные модели

Сначала обратимся к модели бе. Схема этой модели представлена на рис. 5.

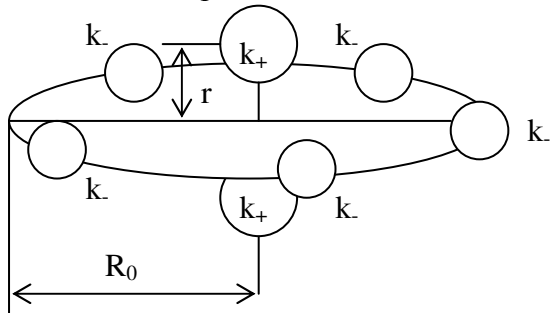


Рис. 5. Схема семичастичной модели бе.

Уравнения движения:

$$\begin{cases} m_- R_0^2 \omega = 1,75762 * 10^{-35} & (25) \\ R_0^2 \omega = 5,79509 * 10^{-5} & (26) \\ m_- \omega^2 R_0^3 = 5,91126 * 10^{-30} & (27) \\ 5m_- + 2m_+ = 9,10938 * 10^{-31} & (28) \end{cases}$$

Решение:

$$\begin{aligned} m_- &= 3,03295 * 10^{-31} \\ v &= 3,36321 * 10^5 \\ R &= 1,72308 * 10^{-10} \\ \omega &= 1,95186 * 10^{15} \\ m_+ &= -3,02768 * 10^{-31} \end{aligned}$$

Не комментируя пока этот результат, рассмотрим теперь другую семичастичную модель ба.

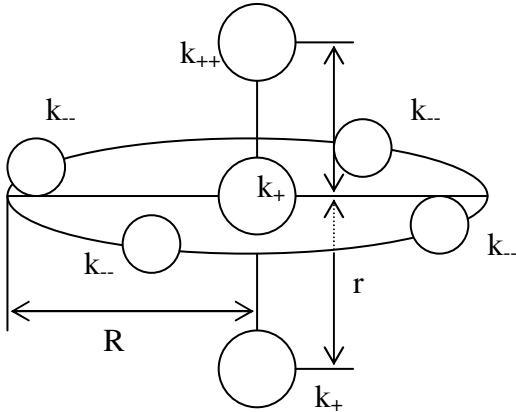


Рис.6. Семичастичная модель электрона ба.

Расчет осевого расположения положительных кварков, исходя из баланса кулоновских сил отталкивания и притяжения, дает следующий результат: $r=0,6980R$. Соответственно, расчет кулоновских сил, действующих на планетарный кварк, дает:

$$4\pi\epsilon_0 R^2 F_{np} = q_{--}q_{++} + 2 \frac{q_{--}q_{++}}{\left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)^{3/2}} = \frac{2q_e^2}{9} \left(1 + \frac{4}{(1+0,698^2)^{3/2}}\right) = 0,7123q_e^2$$

$$4\pi\epsilon_0 F_{omn} = 2 \frac{q_{--}^2}{2} + \frac{q_{--}^2}{4} = \frac{5}{9} q_e^2$$

$$F_{\Sigma} = \frac{q_e^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} (0,7123 - 0,5555) = 0,012868 \frac{q_e^2}{\epsilon R^2}$$

Все в порядке, система стабильна, можно записывать основные уравнения:

$$\begin{cases} m_{--} R^2 \omega = \frac{\hbar}{8} & (29) \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_e R^2 \omega = \frac{3}{4} \mu_e & (30) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{--} \omega^2 R^3 = 0,012868 \frac{q_e^2}{\epsilon_0} & (31) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4m_{--} + (m_{++} + 2m_{++}) = M_e & (32) \end{cases}$$

Из первых двух уравнений системы получаем для определения m_{--} ту же формулу, что и в предыдущих моделях, и из последнего уравнения системы снова получаем, что осевые кварки имеют приличную отрицательную массу $m_{++} + 2m_{++} = -3,0142 * 10^{-31}$.

Здравый смысл протестует против отрицательных масс, поэтому, руководствуясь принципом бритвы Оккама, будем считать для электрона разумной единственную из рассмотренных выше моделей - трехчастичную. Но тем не менее продолжим рассмотрение оставшихся моделей, поскольку они могут пригодиться не только для электрона.

Восьмичастичная модель

Модель до некоторой степени похожа на пятичастичную, только на орбите здесь не три двухзарядных, а шесть однозарядных кварков. Впрочем, для осевых кварков ситуация не зависит от того, на сколько кварков распределен суммарный отрицательный заряд.

Поэтому расположение осевых кварков здесь точно такое же, как в пятичастичной модели, т.е.

$$R_+ = 0,72627R_0; \quad R_{++} = 0,20456R_0$$

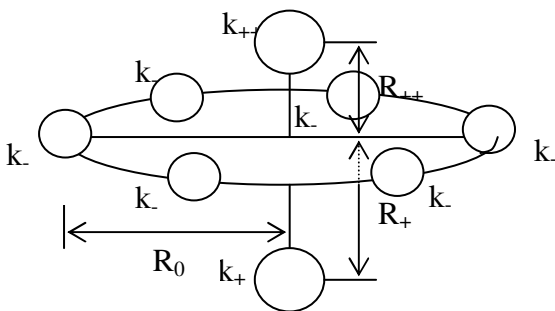


Рис.7. Восьмичастичная модель электрона

Уравнения движения:

$$\begin{cases} m_{--} R_0^2 \omega = 8,7881 * 10^{-36} & (33) \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_0^2 \omega = 5,79509 * 10^{-5} & (34) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{--} \omega^2 R_0^3 = 1,49471 * 10^{-29} & (35) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6m_{--} + (m_{++} + m_{++}) = 9,10938 * 10^{-31} & (36) \end{cases}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
m_- &= 1,516 * 10^{-31} \\
v &= 1,7008 * 10^6 \\
R &= 3,40721 * 10^{-11} \\
\omega &= 4,99185 * 10^{16} \\
m_+ + m_{++} &= -1,50594 * 10^{-33}
\end{aligned}$$

Итак, все более очевидным становится, что многочастичные модели фермионов с незначительной аномалией магнитного момента неизменно дают значения отрицательной массы на оси системы.

Девятичастичные модели

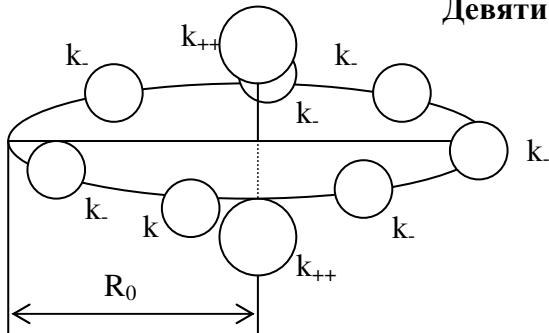


Рис. 8. Девятичастичная модель электрона 8в.

Уравнения движения:

$$\begin{cases}
m_- R_0^2 \omega = 7,53266 * 10^{-36} & (37) \\
R_0^2 \omega = 4,96722 * 10^{-5} & (38) \\
m_- \omega^2 R_0^3 = 1,81526 * 10^{-29} & (39) \\
7m_- + 2m_{++} = 9,10938 * 10^{-31} & (40)
\end{cases}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
m_- &= 1,51647 * 10^{-31} \\
v &= 2,40985 * 10^6 \\
R &= 2,06121 * 10^{-11} \\
\omega &= 1,16914 * 10^{17} \\
2m_{++} &= -7,52968 * 10^{-32}
\end{aligned}$$

Другой вариант девятичастичной модели (три однозарядных кварка на оси и шесть - на орбите) изображен схематически на рис. 9.

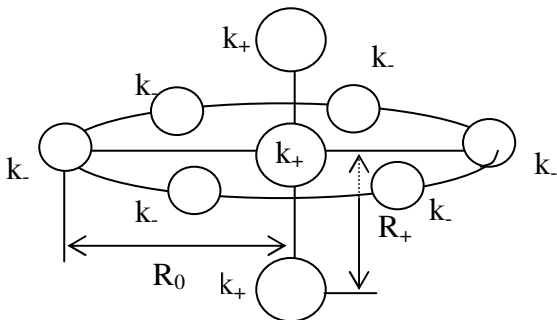


Рис. 9. Девятичастичная модель 8д.

Уравнения движения:

$$\begin{cases} m_- R_0^2 \omega = 8,7881 * 10^{-36} & (37) \\ R_0^2 \omega = 5,79509 * 10^{-5} & (38) \\ m_- \omega^2 R_0^3 = 5,5701 * 10^{-30} & (39) \\ 6m_- + 3m_+ = 9,10938 * 10^{-31} & (40) \end{cases}$$

Решение:

$$m_- = 1,5165 * 10^{-31}$$

$$v = 6,33822 * 10^5$$

$$R = 9,1431 * 10^{-11}$$

$$\omega = 6,9323 * 10^{15}$$

$$m_+ = 3,5129 * 10^{-34}$$

Хотя здесь отрицательные массы и не появились, но очевидным остается, что практически вся масса частицы сосредоточена в планетарной части системы.

Десятичастичная модель

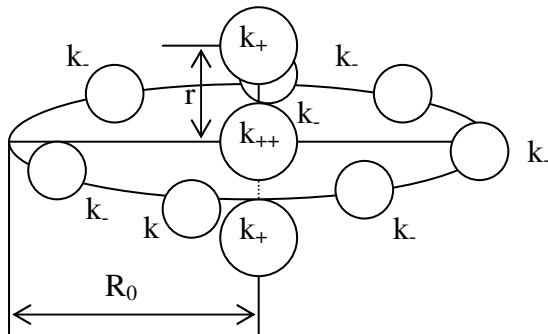


Рис. 10. Десятичастичная модель электрона.

Уравнения движения для этого варианта рассчитываются аналогично:

$$\begin{cases} m_- R_0^2 \omega = 7,5327 * 10^{-36} & (41) \\ R_0^2 \omega = 4,9672 * 10^{-5} & (42) \\ m_- \omega^2 R_0^3 = 2,8229 * 10^{-31} & (43) \\ 7m_- + 2m_+ + m_{++} = 9,10938 * 10^{-31} & (44) \end{cases}$$

Решение (в предположении равенства m_+ и m_-):

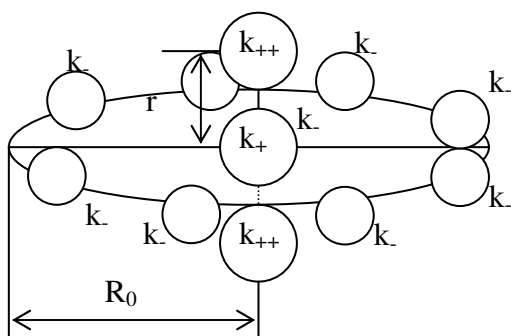
$$m_- = 1,5165 * 10^{-31}$$

$$v = 3,7476 * 10^6$$

$$R = 1,3254 * 10^{-11}$$

$$\omega = 2,8274 * 10^{17}$$

$$m_{++} = -4,539 * 10^{-31}$$



Одиннадцатичастичная модель

Рис. 11. Одиннадцатичастичная модель электрона.

Электронам на орбите становится все теснее, но по-прежнему центростремительные силы

преобладают над центробежными, хотя и совсем немного.

Уравнения движения:

$$\begin{cases} m_- R_0^2 \omega = 6,5911 * 10^{-36} & (45) \\ R_0^2 \omega = 4,3463 * 10^{-5} & (46) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_- \omega^2 R_0^3 = 7,5954 * 10^{-32} & (47) \\ 8m_- + m_+ + 2m_{++} = 9,10938 * 10^{-31} & (48) \end{cases}$$

Решение (в предположении равенства m_+ и m_-):

$$\begin{aligned} m_- &= 1,5165 * 10^{-31} \\ v &= 11524 \\ R &= 3,7716 * 10^{-9} \\ \omega &= 3,0554 * 10^{12} \\ m_{++} &= -2,2694 * 10^{-31} \end{aligned}$$

Двенадцатичастичная модель

Предыдущая модель отличается тем, что центростремительные силы лишь очень ненамного превосходят силы расталкивания, поэтому следовало ожидать, что 12-частичная модель будет уже нестабильной. Однако, помещение в центр системы двухзарядного кварка значительно упрочило систему в целом, что легко увидеть из уравнений движения:

$$\begin{cases} m_- R_0^2 \omega = 5,8587 * 10^{-36} & (49) \\ R_0^2 \omega = 3,8634 * 10^{-5} & (50) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_- \omega^2 R_0^3 = 1,4205 * 10^{-29} & (51) \\ 9m_- + 3m_{++} = 9,10938 * 10^{-31} & (52) \end{cases}$$

Решение :

$$\begin{aligned} m_- &= 1,5165 * 10^{-31} \\ v &= 2,4245 * 10^6 \\ R &= 1,5935 * 10^{-11} \\ \omega &= 1,5215 * 10^{17} \\ m_{++} &= -1,513 * 10^{-31} \end{aligned}$$

Между прочим, мы до сих пор рассматривали модели, в которых трехчастичная осевая часть системы была всегда симметричной. Поскольку стабильность осевой системы не зависит от симметрии, то следует рассмотреть и еще две модели, отличающиеся не количественным, а структурным фактором:

9в*	$e_-=k_{++}+2k_++7k_-$	Стабильна
10б*	$e_-=2k_{++}+k_++8k_-$	Стабильна

Есть и еще модели, подозрительные на стабильность, - это модели, где четное количество планетных кварков находятся на двух параллельных орбитах, распределившись на них так, что на каждой орбите находится половина их и вращаются они с одинаковой угловой скоростью, так что планетная система представляет собой жесткую структуру. В

частности, имеет смысл проверить на такую возможность модель $4\Gamma^*$, где планетная система представляет собой тетраэдр.

Впрочем, эти задачи оставим для будущего.

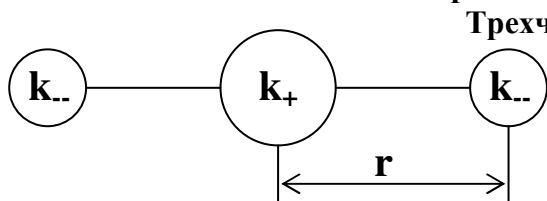
Заключение

Общий закон природы гласит, что любое сооружение, не нарушающее физических законов, может быть реализовано. Не всегда эта реализация самопроизвольна, и роль Творца иногда берет на себя человеческий разум. Это "иногда" уже привело к созданию бесчисленного множества искусственных химических соединений, не встречающихся в природе (во всяком случае, на планете Земля). Человек замахнулся уже и на область суб"ядерных частиц, насоздавав их (экспериментально) столько, что потребовалось серьезно заняться их систематизацией.

В настоящей работе сделана попытка применить идею кварков (привлеченную теоретиками для спасения теории элементарных частиц) к тем частицам (лептонам), которых кварковая теория не коснулась. Показана возможность построения электрона из частиц, аналогичных кваркам. Показано, что стабильные конструкции из таких частиц могут существовать. Получены загадочные выводы об отрицательной массе некоторых частиц, однако, отвергать их едва ли стоит (так же, как и отвергать возможность антигравитации).

С электроном (и позитроном) все вроде бы ясно. Посмотрим, как обстоит дело с более тяжелыми частицами.

Планетарные модели мюона и тау-мезона



Трехчастичная модель

Рисунок 1 и все уравнения, выведенные выше для электрона (уравнения (1) - (4)) здесь выглядят аналогично, с той лишь разницей, что масса мюона значительно больше, а магнитный момент - меньше.

$$m_{-} \omega^2 r^3 = \frac{q_e^2}{36\pi\epsilon_0} \quad (23)$$

$$m_{-} r^2 \omega = \frac{\hbar}{4} \quad (24)$$

$$r^2 \omega = \frac{3 \mu_{\mu}}{2 q_e} \quad (25)$$

$$M_{\mu} = m_{+} + 2m_{-} \quad (26)$$

Никаких аномальных эффектов по сравнению с электроном здесь не наблюдается, поскольку "аномалия" магнитного момента мюона имеет такое же процентное значение. Решение системы таково:

$$m_{-} = 6,27113 * 10^{-29}$$

$$v = \omega r = 9,72308 * 10^5$$

$$r = 4,3238 * 10^{-13}$$

$$\omega = 2,24873 * 10^{18}$$

$$m_{+} = 6,29305 * 10^{-29}$$

Остальные модели дают тот же результат, что и в случае электрона.

Что касается тау-мезона, то для него "аномалия" магнитного момента определена настолько неточно (от -0,052 до +0,058), что положив ее равной нулю, мы естественным образом получаем совпадение масс всех кварков на уровне $m_{+}=m_{-}=6,31313*10^{-28}$.

Планетарные модели протона

Протон также является заряженным фермионом, но его магнитный момент существенно отличается от "теоретического", поэтому следует ожидать и серьезного различия в результатах расчета планетарной модели. И действительно, расчет по трехчастичной модели показывает, что на оси сосредоточена значительно большая масса, чем на орбите. Поэтому имеет смысл просмотреть и многочастичные модели, где для лептонов получалась бессмыслица из-за того, что всю массу частицы забирали на себя планетарные кварки.

Как было показано выше, устойчивость характерна для трехчастичной, 5- и 7-частичной моделей. Расчет по этим моделям для протона дает результаты, приведенные в таблице.

	Трехчастичная	Пятичастичная	Семичастичная
Масса орбитального кварка	1,9963E-28	1,99629E-28	1,9963E-28
Скорость на орбите	972308,379	3661850,654	2830071,72
Радиус орбиты	1,3583E-13	2,40437E-14	2,3333E-14

Угловая частота ω	7,1584E+18	1,523E+20	1,2129E+20
Масса на оси	1,2734E-27	1,07373E-27	8,741E-28
Число осевых кварков	1	2	3
Масса незаряженная*	1,0737E-27	6,74E-28	2,752E-28

- при условии, что осевые кварки имеют ту же массу, что и планетарные.

Видно, что, чем больше кварков на орбите, тем меньше остается "незаряженной" массы. А ведь есть еще один вариант, до сих пор не рассматривавшийся.

Девятичастичная модель протона

