

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

Московский государственный университет леса

А.П. Саврухин

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ
ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРЯДА

монография

Издательство Московского государственного университета леса

Москва - 1998

ББК 22.382
С. -
УДК 539.12

6Л2 Саврухин А. П. Исследование свойств естественного заряда: Монография. - М. : МГУЛ, 1998. - 50 с. : ил. 10.

Одобрена и рекомендована к изданию редакционно-издательским советом университета

Вводится понятие естественного заряда. Энергия электрона с комптоновскими размерами есть энергия взаимодействия дионов с комплексными сопряженными зарядами такими, что их сумма равна электрическому заряду, а произведение - квадрату $4\epsilon_0hc$ естественного заряда. Изменение длины волны частицы и, соответственно, энергии связи дионов проявляется как инертность. Аннигиляция и другие преобразования частиц связываются с процессом перекомпоновки дионов. Найдена формула квантования масс частиц, симметричная формулам атомной и ядерной спектроскопии.. Для преподавателей и студентов, интересующихся физикой элементарных частиц.

Рецензенты: главный научный сотрудник, д. ф.-м.н. В.И. Арефьев;
профессор, д.ф.-м.н. В.Н. Зверев
Кафедра физики

Автор – Анатолий Петрович Саврухин – с. н. с., к. т. н.
Научный редактор – профессор В.Н. Харченко
Редактор Е.Г. Петрова
Компьютерный набор и верстка В.И. Рудковской

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 1998 год, поз.47

© А.П. Саврухин, 1998

© Московский государственный университет леса, 1998

ЛР № 020718 от 02.02. 1998 г.

Подписано к печати	Тираж	экз.
Объем п.л.	Заказ №	

Издательство Московского государственного университета леса.
141005. Мытищи-5, Московская обл., 1-ая Институтская, 1, МГУЛ

Телефон: (095) 588-57-62

Введение

В физике элементарных частиц остается нераскрытым содержание таких фундаментальных понятий как заряд, масса, спин и т. п. Достижения квантовой хромодинамики в этой части не слишком впечатляют. В вероятностный мир далеко не все верят. На сегодняшний день нет оснований для того, чтобы отбрасывать классический подход в науке, поскольку многие парадоксы, такие, как корпускулярно-волновой дуализм, на самом деле мнимы.

Автор опирается на естественно-научный подход древних мыслителей [1], согласно которому все сущее создается из ничем не выделяющегося и не деятельного первоначала. Это совершенно уравновешенное и самодостаточное первопричинное принимается за исходный чисто полевой вакуум. Поэтому и все его внешние проявления в виде частиц и веществ не могут иметь природу иную, нежели полевую.

Дополнительно предполагается следующее. Общеизвестны четыре вида взаимодействия частиц [2, 3]: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Относительные интенсивности их 1 , 1^{-2} , 10^{-14} , 10^{-20} таковы, что здесь последними двумя можно пренебречь.

Строению элементарных частиц посвящено немало работ. Одни авторы предполагают существование магнитного заряда [4]. Частица составляется из дионов [5], кварков с электрическим и магнитным зарядами, и энергия её складывается из масс (в том числе и отрицательных [6]) этих частиц и энергии их взаимодействия. Адроны состоят из трех дионов, фермионы – из магнитосвязанной пары [7]. Субчастицу образуют и сочетанием электрического и гравитационного зарядов [8, 9], так как составляющие электрон электрические заряды могут удерживаться силами тяготения [10]. Всегда структурная устойчивость достигается уравновешиванием непременно разнородных зарядов. Подход основан на неразличимости составных систем и частиц, так как их спектр обладает резкими линиями [11].

Другие авторы мыслят себе частицу как бегущий по кольцевой орбите фотон, образующий светоподобный круговой ток, или как сингулярное кольцо – тороидальный волновод для электромагнитной волны [12]. Суть такого подхода заключается в неразделимости и, одновременно, в несводимости одной к другой ортогональных составляющих этого переменного поля, обладающего внутренней симметрией. Оба подхода совместимы, и заряд может быть местом схождения, областью сгущения поля, ведь ясного мерил оценки различия поля и заряда нет [13]. Дираком установлено равенство магнитного момента электрона магнетону μ_B [14]. Эксперименты подтверждают, что он обусловлен циркуляционными токами, а не парой магнитных зарядов [15]. Учитывая также

предположение о том, что обобщение равенства $mc^2 = h\nu$ позволяет приписать внутреннюю энергию m_0c^2 частицы некоторому периодическому движению с частотой $\nu = (1/h)m_0c^2/\beta$ [16], ряд авторов строит модели, в которых составные части частицы движутся со скоростью c по комптоновской круговой орбите [17].

Из опыта известно [18], что заряд, ток и магнитный момент распределены пространственно экспоненциально с характерным размером порядка длины волны. Комптоновская длина волны определяет также масштаб процесса аннигиляции нуклонов [19] или объем области их взаимодействия [20]. Этот размер определяет и момент количества движения лептона, спин такого токового витка [21]. Подвергая сомнению наличие электронных траекторий в атоме, также приписывают и составляющим атом частицам собственную частоту гипотетического колебательного процесса [22].

Эффект Комптона, реакция аннигиляции и другие физические реалии позволили предположить, что вся энергия частицы может состоять из энергии взаимодействия субчастиц, то есть иметь полевое происхождение. Фотоны также должны обладать внутренней бинарной симметрией [16]. Добавим к этому экспериментально обнаруженное определенное сходство фотонов с адронами [23, 24]; трактовку аннигиляции как акта превращения частиц путем перестановки составляющих их субчастиц [25]; глубокую связь движения тел и распространения волн [16], проявляющуюся через явление дифракции частиц; опытную оценку инертности лучистой теплоты [26]; развитие барионной спектроскопии, описывающей “новые частицы” как высшие квантовые состояния нуклона [27].

Поскольку сегодня задача вычисления так определенной энергии тела, состоящего из множества взаимодействующих между собой частиц, представляется трудноразрешимой, её заменяют задачей измерения массы, известного коэффициента, который удобно вводить в вычисления [28]. Однако для физики сложнее и важнее получить ответ на вопрос о природе и величине эффекта изменения массы со скоростью. Объяснение основывалось на её электромагнитной природе и гипотетическом сокращении размеров тела в направлении движения [29], причем для Лоренца “сжатие” электрона было фундаментальным предположением [30]. Однако Эйнштейн [10] считал лоренц-фитцджеральдовское сокращение искусственным средством спасения их теории, иллюзией, порождаемой процессом измерений.

Трудности отступают, если рассматривать не точечный, а кольцевой электрон со скоростью субчастиц, равной c . Тогда при его движении орбитальная составляющая u полной скорости c винтового движения падает, что, как утверждается в [17], ведет к росту массы. Делая выбор в

пользу того или иного предположения, автор настоящей работы придерживался следующего [31,32]:

- элементарные частицы являются полевыми объектами;
- характерный размер частицы – комптоновский;
- свойство инертности, связанное с перемещением частицы, заключается в изменении энергии взаимодействия субчастиц, соответственно друг относительно друга смещающихся;
- устойчивость стабильной частицы обуславливается уравнивающим действием разнородных полей;
- частице присуще внутреннее движение со скоростью c , и это её неотъемлемый признак;
- половина постоянной тонкой структуры равна отношению квадратов констант электромагнитного и сильного взаимодействий и соответствующих зарядов: $\alpha/2=e^2/4\epsilon_0hc$.

Автор.

Часть 1. ПОЛЕВАЯ МОДЕЛЬ ЧАСТИЦ

Предварительно для единообразия и удобства ссылок приведем стандартные формулы и обозначения.

Известные релятивистские соотношения:

$$E_0 = m_0 c^2; \quad (1)$$

$$\beta = (1 - v^2/c^2)^{0,5}; \quad (2)$$

$$E = (E_0^2 + P^2 c^2)^{0,5} = E_0 + T = E_0 / \beta; \quad (3)$$

$$m = m_0 / \beta = E / c^2 = m_0 (1 + T/E_0); \quad (4)$$

$$\begin{aligned} T = (m - m_0)c^2 = E - E_0 = E_0 (\beta^{-1} - 1) = E_0 \{ [(Pc/E_0)^2 + 1]^{0,5} - 1 \} = \\ = [(Pc)^2 + E_0^2]^{0,5} - E_0; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} P = mv = m_0 v / \beta = m_0 c (\beta^{-2} - 1)^{0,5} = m_0 c [(1 + T/E_0)^2 - 1]^{0,5} = m_0 c [(E/E_0)^2 - 1]^{0,5}, \quad (6) \\ (Pc)^2 = 2TE_0 + T^2 = 2TE - T^2; \end{aligned}$$

$$v/c = [1 - (1 + T/E_0)^{-2}]^{0,5} = [1 - (E_0/E)^2]^{0,5} = [1 - (1 - T/E)^2]^{0,5}; \quad (7)$$

$$1/\beta = [1 + (Pc/E_0)^2]^{0,5} = 1 + T/E_0 = m/m_0 = E/E_0 = 1/(1 - T/E); \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \lambda_b = h/mv = h/P = h\beta c/m_0 cv = \lambda c/v = \lambda_0 \beta c/v = \lambda_0 [(E/E_0)^2 - 1]^{-0,5} = \\ = \lambda_0 [(1 + T/E_0)^2 - 1]^{-0,5} \approx \lambda_0 (E_0/2T)^{0,5}; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\lambda_0 = h/m_0 c, \quad \lambda = h/mc = hc/mc^2 = hc/E = hc/(E_0 + T); \quad (10)$$

$$e^2/2\varepsilon_0 = \alpha E_0 \lambda_0. \quad (11)$$

Принятые обозначения

Постоянные: h - Планка; ε_0 - электрическая; μ_0 - магнитная; R_∞ - Ридберга; c - электродинамическая; α - тонкой структуры; G - гравитационная.

Длины волн комптоновские: λ - частицы; λ_e - электрона; λ_{e0} - покоящегося электрона; λ_p - протона; λ_{p0} - покоящегося протона; λ_γ - фотона.

Массы: m_e - электрона; m_p - протона; m_{e0} и m_{p0} - покоящихся электрона и протона; m_μ - мюона; m_π - пиона.

Прочие: $\lambda_b, \lambda_{pb}, \lambda_{eb}$ - дебройлевская длина волны частицы, протона и электрона; $j = (-1)^{0,5}$; E - напряженность электрического поля; B - индукция магнитного поля; v - скорость частицы;

e - модуль заряда электрона; x - координата; q - заряд диона;

i - ток витка; S - площадь; V - объем; l - длина;

L - индуктивность; k - отношение масс покоя протона и электрона;

E_R - энергия Ридберга; P - импульс частицы; T - кинетическая энергия; E - полная энергия частицы; E_0 - энергия покоящейся частицы; E_E (E_B) - энергия электрического (магнитного) поля; W - энергия электрического взаимодействия зарядов; E_γ - энергия фотона;

r - радиус; φ - угол, аргумент; u - орбитальная скорость; Φ_{DQ} (Φ_{EQ}) - потоки индукции (напряженности) поля заряда; n - главное квантовое число; B - объемное квантовое число; b - номер ступени возбуждения частицы.

Магнитные моменты: μ_e, μ_p, μ_μ - электрона, протона, мюона; μ_B - магнетон Бора; μ_N - ядерный магнетон.

Значения констант [33] :

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}; \quad h = 6,626\,075\,5(40) \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с};$$

$$e = 1,602\,177\,33(49) \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; \quad m_{e0} = 0,510\,999\,06(15) \text{ МэВ}/c^2;$$

$$\varepsilon_0 = 8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}; \quad m_{p0} = 938,272\,31(28) \text{ МэВ}/c^2;$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} = 1/\varepsilon_0 c^2; \quad \alpha = e^2/2\varepsilon_0 \cdot hc = 137,035\,989\,5(61)^{-1};$$

$$\mu_\mu = 1,001\,165\,923(8)eh/4\pi m_\mu; \quad \mu_p = 2,792\,847\,386(63)\mu_N;$$

$$\mu_e = 1,001\,159\,652\,193(10)\mu_B); \quad 1 \text{ эВ} = 1,602\,177\,33(49) \cdot 10^{-19} \text{ Дж};$$

$$R_\infty = \alpha^2/2 \lambda_{e0} = 10\,973\,731,571(4) \text{ м}^{-1}; \quad k = m_{p0}/m_{e0} = 1\,836,152\,701(37);$$

$$E_R = m_{e0} c^2 \alpha^2/2 = hcR_\infty = 13,605\,698\,1(40) \text{ эВ};$$

$$\mu_B = e/4\pi m_{e0} = 5,788\,382\,63(52) \cdot 10^{-11} \text{ МэВ/Тл};$$

$$\mu_N = eh/4\pi m_{p0} = 3,152\,451\,66(28) \cdot 10^{-14} \text{ МэВ/Тл};$$

$$\lambda_{e0} = h/m_{e0}c = 2\pi \cdot 3,861\,593\,23(35) \cdot 10^{-13} \text{ м.}$$

Представленная здесь концепция основана на введении фундаментального понятия о естественном заряде как носителе сильного взаимодействия, причем электромагнитное взаимодействие рассматривается как одна из форм его проявления.

Естественный заряд

Утверждение о том, что заряд является источником поля, может быть обращено следующим образом: заряд есть место схождения силовых линий, воображаемая точка пересечения всех возможных путей движения пробного заряда, область сгущения поля. Электростатическому полю, например, соответствует заряд величиной e , и величина электромагнитного взаимодействия определяется через e^2 .

Предположим, что уровень сильных (ядерных) взаимодействий определяется квадратом естественного (сильного, полного, ядерного, фундаментального) заряда величиной $4\epsilon_0hc$, нуждающейся в экспериментальном уточнении. Постоянная тонкой структуры $\alpha/2 = e^2/4\epsilon_0hc$, как отношение величин электромагнитного и сильного взаимодействий, в данном случае есть отношение квадратов универсального и естественного зарядов.

Дионы

Применяя соотношение для энергии фотона [8, 31, 35] $E_\gamma = h\nu = hc/\lambda_\gamma = 4\epsilon_0hc/4\pi\epsilon_0(\lambda_\gamma/\pi)$, приходим к выводу, что фотон является квантом сильного поля, состоит из таких зарядов q_A и q_B , что $q_Aq_B = 4\epsilon_0hc$, $q_A + q_B = 0$, и [10]

$$q_{A,B} = \pm j(4\epsilon_0hc)^{0,5}. \quad (12)$$

Мнимость означает отсутствие здесь электромагнитной составляющей и исключительно парность зарядов q_A и q_B . Возможность поступательного движения со скоростью c согласуется с полевым представлением. Примером вращательного движения зарядов q_1 , q_2 типа дионов Швингера [5, 7, 34] (но без магнитных частей) с орбитальной скоростью c , может служить электрон: $q_1q_2 = 4\epsilon_0hc$, $q_1 + q_2 = -e$, отсюда:

$$q_{1,2} = -0,5e[1 \pm j(8/\alpha - 1)^{0,5}]. \quad (13)$$

Такая дионная модель [10, 17] определяет полную энергию электрона как энергию взаимодействия дионов:

$$E_{e0} = m_{e0}c^2 = hc/\lambda_{e0} = 4\varepsilon_0hc/4\pi\varepsilon_0(\lambda_{e0}/\pi), \quad (14)$$

где λ_{e0} - длина орбиты; λ_{e0}/π - расстояние между дионами.

Электрон

Представленная модель напоминает дираковский электрон [12, 15, 21, 35] со “светоподобным” круговым током, образованным замкнутой электромагнитной волной, в которой кулоновские и лоренцевские силы всегда уравновешены ($E = cB$). Магнитный момент такого витка в нулевом приближении равен магнетону Бора

$$\mu_e = is = (ec/\lambda_{e0})(\pi\lambda_{e0}^2/4\pi^2) = eh/4\pi m_{e0} = \mu_B. \quad (15)$$

Магнитная энергия витка будет равна

$$E_B = Li^2/2 = (\mu_0\lambda_{e0}/2)(ec/\lambda_{e0})^2/2 = E_{e0}\alpha/2. \quad (16)$$

Энергия электрического поля дионного диполя будет равна

$$E_E = e^2/4\pi\varepsilon_0(\lambda_{e0}/\pi) = E_{e0}\alpha/2. \quad (17)$$

В целом электромагнитная энергия равна $E_B + E_E = E_{e0}\alpha$. Сходным образом выражение (14) включает две части энергии E_{e0} , что проявляется в ортогональности уравновешенных радиальной и тангенциальной составляющих сильного поля в электроде. Чтобы подтвердить устойчивость электрона, требуется доказать, что ей не противоречит конечность скорости c передачи возмущений.

На рис. 1 стрелками показано направление вращения дионов q_1, q_2 от исходных позиций 1, 2 к таким позициям 3, 4, когда длина $l_{1,4}$ хорды 1 – 4 равна длине $l_{2,4}$ дуги 2 – 4. В пункте 4 дион q_2 вступает во взаимодействие с полем, созданным дионом q_1 . Имеем из $\Delta O14$ $l_{1,4}^2 = 2r^2 - 2r^2\cos(\pi-\varphi) = 2r^2(1+\cos\varphi)$, а из $\Delta O24$: $l_{2,4} = \varphi r$, и из равенства $l_{1,4} = l_{2,4}$, получим:

$$\varphi^2 = 2(1+\cos\varphi), \quad \varphi/2 = \cos\varphi/2. \quad (18)$$

$$\varphi = 1,478170266, \quad \pi/2\varphi = 1,062662646.$$

Это означает, что условия стоячей волны не выполняются, а узлы и пучности подвижны. Численно сила, которую испытывает дион q_2 в точке 4, имеет составляющие, направленные по диаметру 4–3 и вдоль касательной. Первая определяет энергию взаимодействия дионов

$q_1 q_2 \cos 0,5\varphi / 4\pi\epsilon_0 l_{1,4} = q_1 q_2 / 4\pi\epsilon_0 2r$, где $2r = \lambda_{e0} / \pi$, равную взаимодействию дионов, расположенных на концах диаметра, если

$c \rightarrow \infty$, то есть устойчивость обеспечивается. Механическая модель представляет электрон как вращающееся кольцо с энергией $E_{e0} = T + U$, причем $T = m_{e0} c^2 / 2$ есть кинетическая энергия кольца, а $U = T$ – потенциальная энергия взаимодействия частей кольца между собой. Тогда выражение для собственного момента количества движения, точнее, для момента импульса внутреннего поля, будет иметь вид

$$0,5 m_{e0} c \lambda_{e0} / 2\pi = h / 4\pi, \quad (19)$$

и спин фермиона равен $1/2$ в единицах $h/2\pi$.

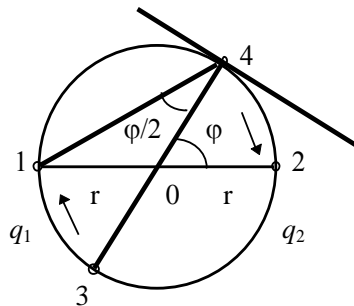


Рис.1. Схема взаимодействия дионов

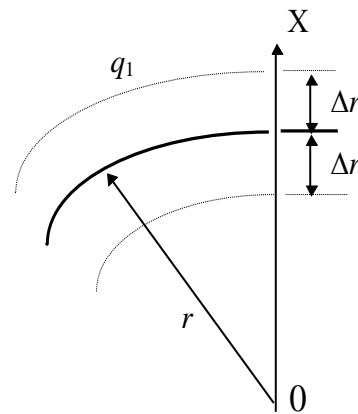


Рис.2. Пространственное расположение диона

Оценим величину аномального магнитного момента электрона μ_e , для чего представим действительную часть зарядов q_1, q_2 (см. рис.2) распределенной по оси OX с линейной плотностью $0,5e/\Delta r$.

Из условия неразрывности заряда (постоянства угловой скорости) следует $v = cx/r$. Тогда

$$d\mu_e = vx dq / 8\pi^2, \quad dq = e dx / 2\Delta r;$$

$$d\mu_e = c e x^2 dx / 16\pi^2 r \Delta r;$$

$$\mu_e = \int_{r-\Delta}^{r+\Delta} d\mu_e = c e x^3 / 16\pi^2 3r \Delta r \Big|_{r-\Delta}^{r+\Delta} = \mu_B (1 + \Delta r^2 / 3r^2). \quad (20)$$

Отсюда получим поправку к μ_e : $(\mu_e - \mu_B) / \mu_B = \Delta r^2 / 3r^2$, и относительный размер диона $\Delta r / r = [3(\mu_e - \mu_B) / \mu_B]^{0,5} = 1/16,95413$.

С другой стороны, $\Delta r/r$ равно с ошибкой до коэффициента k_1 относительному угловому отставанию диона за один оборот от состояния, имеющего место при стоячей волне $(2\pi - 4\varphi)/2\pi = 1 - 2\varphi/\pi = 1/16,95847 = (\lambda_{e0} - 4\varphi r)/\lambda_{e0}$. Возможно, что различие в форме сильного внутреннего и электромагнитного внешнего полей связано с этой разностью частот. В частности, отношение заряда электрона к сумме действительной и мнимой частей заряда диона отличается на 0,5% от величины 1/16,958:

$$1/[0,5 + (2/\alpha - 0,25)^{0,5}] = 1/17,047.$$

Легко показать, что величина данного отношения не зависит от скорости частицы.

Длины волн.

Когда электрон движется равномерно и прямолинейно со скоростью v , орбитальная скорость дионов будет равна $u = (c^2 - v^2)^{0,5}$, так как полная скорость их движения (в данном случае по винтовой линии) всегда равна c , причем проекция траектории на плоскость, перпендикулярную к направлению движения, будет иметь вид окружности.

На рис. 3 (а) O - центр электрона, скорость v направлена параллельно оси OX , ось OY направлена по радиусу; Δx - шаг или путь электрона за один оборот дионов.

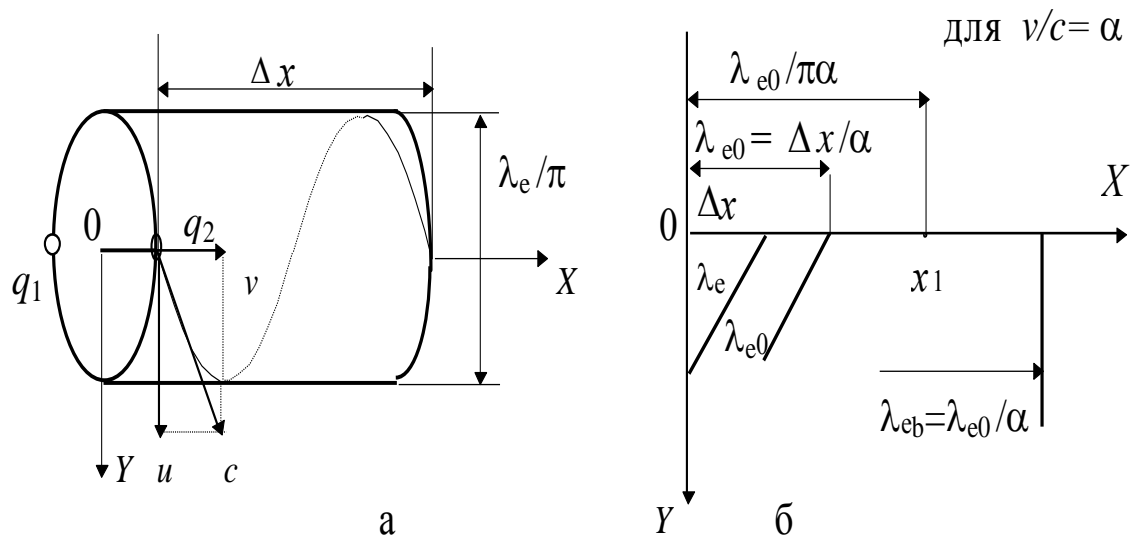


Рис.3. Движение дионов при поступательном движении электрона

а - винтовая траектория; б - развертка

Умножив на m_e все члены уравнения $c = (u^2 + v^2)^{0,5}$, получим выражение для величины полного импульса $m_e c = [(m_e u)^2 + (m_e v)^2]^{0,5}$, где

$m_e u = m_{e0} c$ – орбитальный импульс, независимый от скорости, $P = m_e v$ – поступательный импульс. Умножая на c , получим

$$m_e c^2 = [(m_e u c)^2 + (m_e v c)^2]^{0,5}, \quad E_e = [E_{e0}^2 + (Pc)^2]^{0,5}. \quad (21)$$

Здесь $E_{e0} = \text{const}$ – энергия внутреннего поля; Pc – импульсная энергия наружного поля. По существу, скалярное равенство (3) отвечает векторной сумме $\bar{E} = \bar{E}_0 + \bar{E}_d$, где \bar{E}_d – добавочная энергия, причем $E^2 = E_0^2 + E_d^2 - 2E_0 E_d \cos(\pi - \varphi)$, а φ – угол между векторами. Когда $\varphi = 0$, $E = E_0 + T$, а если $\varphi = \pi/2$, то $E = (E_0^2 + P^2 c^2)^{0,5}$. В покое энергия сильного поля сосредоточена в комптоновской окрестности частицы. Когда частица ускоряется, часть сильного поля выдвигается по направлению движения в виде потока Φ , как бы выворачивается вперед, то есть дионы естественного заряда закручиваются.

Итак, из условия независимости величины орбитального импульса от скорости v (из равенства $m_e u = m_{e0} c$) прямо следуют формулы (2)–(4).

В самом деле, орбитальный и поступательный импульсы ортогональны, поэтому, согласно закону сохранения импульса, $m_e u = m_{e0} c$, $m_{e0}/m_e = u/c = \beta$. Тогда $E_e = m_e c^2 = hc/\lambda_e = m_{e0} c^2/\beta = hc/\lambda_{e0} \beta$. Это значит, что из условия сохранения заряда (и hc) следует сокращение поперечного размера частицы $\lambda_e = \lambda_{e0} \beta$, хотя длина волны не меняется $\lambda_{e0} = \lambda_e/\beta = \lambda_{e0} c/u = \text{const}$.

Спин (19) численно равен энергии, приходящейся на единицу частоты, а по существу это момент полного импульса поля. Спин, орбитальный импульс $m_0 c$, энергия E_0 , длина волны λ_0 , частота c/λ_0 сохраняются во всех инерциальных системах; частица обладает импульсом поля даже при $v = 0$.

Перейдя в формуле (21) к длинам волн, получим $\lambda_e^{-2} = \lambda_{e0}^{-2} + \lambda_{eb}^{-2}$, где $\lambda_{eb} = \lambda_e c/v$ (9). Отсюда следует выражение (10): $\lambda_e = \lambda_{e0} \beta$.

Из равенств $m_{e0}/m_e = E_{e0}/E_e = \lambda_e/\lambda_{e0} = \beta$ следует, что в уравнении (14) можно произвести замену E_{e0} на E_e , и λ_{e0} на λ_e . Тогда диаметр воображаемого цилиндра (см. рис.3) λ_e/π определен расстоянием между дионами q_1 и q_2 , а длина проекции пути диона за один шаг равна λ_e (отрезок на оси OY), причем период сохраняется, так как $\lambda_e/u = \lambda_{e0}/c$. Это значит, что путь диона всегда равен λ_{e0} и теперь больше длины волны λ_e . Длина орбиты λ_e , наоборот, меньше формально заданной длины волны λ_{e0} орбитального импульса.

Точно так же будем различать формально вводимую дебройлевскую длину волны $\lambda_{eb} = \lambda_e c/v$ (9), как длину распространения возмущения со скоростью c за время λ_e/v , и действительный путь $\lambda_{eb} = \lambda_{e0} c/v$ (отличающийся также в β раз) за время λ_{e0}/v прохождения электроном расстояния, равного его собственной длине волны. Тогда и полный путь

дионов также будет равен длине волны λ_{eb} , которая геометрически равна радиусу кручения этой геликоиды [43, 64], умноженному на 2π .

За целое число $n = c/v$ шагов Δx (см. рис.3) осевой путь центра частицы будет равен $n\Delta x = \lambda_{e0}$, причем за это же время λ_{e0}/v путь дионов по винтовой линии за n оборотов составит величину $\lambda_{e0}n = \lambda_{eb}$, и возбуждение поля распространится вдоль оси OX также на расстояние λ_{eb} . Если в точке $x = \lambda_{eb}$ установлен отражатель, создаются условия для резонанса только когда обратный сигнал приходит в точку, в которой частица имеет первоначальную фазу, то есть прошла путь λ_{e0} .

Итак, дебройлевская длина волны, имеющая смысл при целом $n = c/v = \lambda_{eb}/\lambda_{e0}$, определяет условия возникновения резонанса, это есть расстояние действительного взаимодействия, то есть начала квантового перехода в системе двух частиц. Другими словами, квантование c/v и $\lambda_{eb}/\lambda_{e0}$ есть условие квантования энергий взаимодействия, в том числе и при расстояниях, содержащих целое число λ_{eb} . Соответственно можно говорить и о длине волны электромагнитной части энергии $\lambda_m = hc/E_m$, определяемой импульсом только этого поля. В частности, при $v \ll c$, $\lambda_m = \lambda_{e0}/\alpha$ (16), (17), а если еще $v/\alpha = c$, то и $\lambda_{eb} = \lambda_{e0}/\alpha$, то есть имеет место резонанс по сильному и электромагнитному взаимодействию одновременно [16, 39, 40].

Масса.

Энергия частицы сводится к энергии ее поля, инертная масса [10, 29, 37] (по Эйнштейну) становится мало значимым, но сложно измеряемым коэффициентом $m = E/c^2$. Так, масса нейтральных мезонов [38] вообще находится только по суммарной энергии образующихся при их распаде фотонов. Иное дело, что для тела как системы частиц не существует способа определения совокупной энергии более простого, нежели измерение обобщенного коэффициента m , хотя и зависящего от степени возбуждения тела. Само собой разумеется, что число m ни коим образом не раскрывает физическое содержание понятия инертности. Попробуем здесь ответить на частный вопрос: почему для изменения скорости тела требуются затраты энергии, и каковы эти затраты? Как показано выше $\lambda_e = \beta\lambda_{e0}$, а уменьшение размеров витка ведет к росту энергии частицы $E_e = hc/\lambda_e = hc/\beta\lambda_{e0} = E_{e0}/\beta$ за счет работы внешних источников.

В данной модели полевой характер энергии (массы) частицы связан с тем, что изменение скорости влечет за собой изменение энергии взаимодействия дионов (14) ($\lambda_e < \lambda_{e0}$, $m_e > m_{e0}$), а инертная масса есть коэффициент связи этой полной энергии частицы с ее скоростью.

Потоки.

Проведем оценки потоков собственного поля естественного заряда. Поток индукции поля естественного заряда равен суммарному заряду [36, 39] $\Phi_{DQ} = (4\varepsilon_0 hc)^{0,5}$, поток напряженности равен $\Phi_{EQ} = \Phi_{DQ}/\varepsilon_0$, поэтому

$$0,5\Phi_{DQ}\Phi_{EQ} = 2hc. \quad (22)$$

В целом, константа $hc = E\lambda = E\lambda^2/\lambda$ имеет размерность квадрата квантового потока и определяет, в частности, поток энергии $E\lambda^2$ между двумя одинаковыми частицами на расстоянии λ при их аннигиляции.

Часть 2. АТОМ ВОДОРОДА

Рассмотрим сближение электрона и протона в замкнутой системе, когда отсутствует излучение и энергия частиц не изменяется. Прежде всего оценим произведение Φ_{DQe} электрона (22) на Φ_{EQp-e} – поток напряженности поля естественного заряда протона через поверхность электрона

$$0,5\Phi_{DQe} \cdot \Phi_{EQp-e} = 2hc(\lambda_{e0}/2\pi)^2/x^2 = W_Q \lambda_{e0}, \quad (23)$$

где $W_Q = 2E_0(\lambda_{e0}/2\pi)^2/x^2$ – энергия взаимодействия частиц;

x – расстояние между ними;

$$\Phi_{EQp-e} = (2\varepsilon_0 hc)^{0,5} \cdot 4\pi(\lambda_{e0}/2\pi)^2/4\pi\varepsilon_0 x^2.$$

При некотором $x = x_1$ выполняется условие резонанса, кулоновское притяжение уравнивается расталкиванием по сильному каналу (нулевая энергия связи) и $W_m = W_Q$, причем $W_m = e^2/4\pi\varepsilon_0 x_1$ (магнитное взаимодействие в квазистатическом приближении мало: $\mu_e \mathbf{V}_p = \mu_0 \mu_e \mu_p / 2\pi x_1^3 = 1,6 \cdot 10^{-7}$ эВ, и им можно пренебречь). Отсюда получим $x_1 = \lambda_{e0}/\pi\alpha = \lambda_{eb1}/\pi$. Приведем уточненный вывод с учетом конечности массы протона.

Когда частицы сближаются под действием кулоновского притяжения, сумма энергий их разнополярных полей уменьшается, что сопровождается равным по величине приростом энергии сильного поля, поскольку энергия частиц не меняется. Первое проявляется через энергию взаимодействия W , а второе – через обобщенную кинетическую энергию T (импульсную энергию Pc). В целом, сводка исходных уравнений на момент начала резонанса имеет вид:

1. $P_e = P_p$, импульс протона равен импульсу электрона (закон сохранения импульса), и $\lambda_{eb} = \lambda_{pb}$ равенство длин волн по сильному взаимодействию;

2. $T_e + T_p = W$, сумма кинетических энергий равна энергии взаимодействия (закон сохранения энергии);

3. $\lambda_{em} = \lambda_{pm}$, равенство длин волн по электромагнитному взаимодействию, частный резонанс;

4. $\lambda_{eb} = \lambda_{em}$, условие общего резонанса;

5. $E_\gamma = T_e + T_p$, условие устойчивости атома.

Из равенства $P_e = P_p$ следует по соотношению (6):

$$E_{e0} [(1 + T_e/E_{e0})^2 - 1]^{0,5} = E_{p0} [(1 + T_p/E_{p0})^2 - 1]^{0,5},$$

$$T_e = W [1 + (E_{e0} + 0,5W)/(E_{p0} + 0,5W)]^{-1} = W/k_1, \quad (24)$$

$$k_1 = 1 + (1 + \alpha^2/4)/(k + \alpha^2/4)$$

с ошибкой $4 \cdot 10^{-12}$. Энергия взаимодействия, например, по электромагнитному каналу, примет значение

$$W_1 = e^2/4\pi\epsilon_0 x_1 = E_{e0} \lambda_{e0} \alpha / 2\pi x_1. \quad (25)$$

Приравняем величину T_{e1}/E_{e0} из уравнения (24)

$$T_{e1}/E_{e0} = W_1/k_1 E_{e0} = \lambda_{e0} \alpha / 2\pi x_1 k_1, \quad (26)$$

и из соотношения (9)

$$T_{e1}/E_{e0} = (\lambda_{e0}/\lambda_{eb1})^2 / 2k_2, \quad (27)$$

получим: $x_1 = \lambda_{eb1}^2 k_2 \alpha / \lambda_{e0} \pi k_1$. Дополнительно примем, как и в формуле (14), что расстояние между зарядами в π раз меньше длины волны. Тогда

$$x_1 = \lambda_{eb1} / \pi = \lambda_{e0} k_1 / \pi \alpha k_2, \quad (28)$$

$$E_{\gamma 1} = W_1 = E_{e0} \alpha^2 k_2 / 2k_1 = E_R k_2 / k_1, \quad (29)$$

где $E_{\gamma 1}$ – наибольшая энергия излучаемого фотона, а

$$k_2 = 1 + T_{e1}/2E_{e0} = 1 + \alpha^2 / 4k_1 + (\alpha^2/4k_1)^2 \quad (30)$$

с ошибкой $< 4 \cdot 10^{-12}$. Остаточная энергия возбуждения электрона, обусловленная импульсом отдачи излучаемого фотона, равна $E_0 \{ [(E_\gamma/E_0)^2 + 1]^{0,5} - 1 \} \approx E_R \alpha^2/4$. Из того, что в формулах (9), (28)

$$\lambda_{eb1}/\lambda_{e0} = k_1/\alpha k_2 \approx 1/\alpha \approx c/v, \quad (31)$$

следует: за время $\lambda_{eb1}/c\pi$ пробега электромагнитным возмущением расстояния $x_1 = \lambda_{eb1}/\pi$ между зарядами электрон перемещается (если скорость $v = \text{const}$) на расстояние λ_{e0}/π , равное его диаметру, причем длина винтовой линии также равна x_1 .

Соответственно энергии термов водородоподобного атома будут равны

$$E_{\gamma n} = E_R Z^2 k_2 / n^2 k_1, \quad (32)$$

где $n = 1, 2, \dots$ – главное квантовое число;

Z – заряд ядра;

в коэффициентах k, k_1, k_2 масса m_{p0} заменена на массу ядра, а станции (резонансные расстояния) будут равны $x_n = \lambda_{e1} n$.

На рис. 3 x_1 – центр протона; λ_{e0}/π – путь за $1/\pi\alpha$ оборотов, равный диаметру электрона. Когда электрон движется, разность $\Delta\nu$ собственной частоты c/λ_{e0} и частоты вращения $u/\lambda_e = c\beta/\lambda_{e0}$ будет равна согласно (8), (30) $\Delta\nu = c(1 - \beta)/\lambda_{e0} \approx c\alpha^2/2\lambda_0$. Длина волны колебаний с частотой биений $\Delta\nu$ будет равна длине волны излучаемого фотона [22]: $c/\Delta\nu = 2\lambda_{e0}/\alpha^2 = 1/R_\infty$.

С другой стороны, частота, обусловленная поперечным доплеровским эффектом, равна $\nu_1 = \nu_0 \beta = \nu_0(1 + \alpha^2/2)$. Тогда $(\nu_0 - \nu_1)/\nu_1 = \alpha^2/2 = \lambda_{e0} R_\infty$.

В длине волны $\lambda_{eb} \approx \lambda_{e0}/\alpha$ (31) содержится α^{-1} диаметров электрона, поэтому расщепление вырожденных уровней $2S_{1/2}$ (лэмбовский сдвиг) должно приводить к появлению линий, сдвинутых на целое число этих диаметров. Сдвиг $\Delta\nu$ частот ν_1 и ν_2 равен $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2 = c\Delta\lambda/\lambda_1 \lambda_2$, и $\Delta\lambda = 2\pi\Delta\nu_3 \lambda_1 \lambda_2 / c = 9,55387 \cdot 10^{-12}$ м, где $\Delta\nu_3 = 1,05787 \cdot 10^9$ Гц [2, с. 673], $\lambda_1 = H_{\alpha 1} = 656,4659 \cdot 10^{-9}$ м, $\lambda_2 = H_{\alpha 2} = 656,4535 \cdot 10^{-9}$ м [41]. В данном случае полоса состоит из 12 линий, $\pi\Delta\lambda/\lambda_{e0} \approx 12$, то есть сдвиг от середины составляет до шести диаметров электрона.

Итак, хотя собственные частоты протона и электрона как осцилляторов не совпадают ($c/\lambda_{p0} \gg c/\lambda_{e0}$), совпадают их частоты, обусловленные запаздывающим кулоновским полем ($c/\lambda_{eb} = c/\lambda_{pb}$). Вторым условием начала раскачки и возникновения резонанса в системе является сближение частиц на расстояние, содержащее целое число дебройлевских волн.

Можно провести аналогию со звуковым резонатором Гельмгольца, представляющим собой шар с объемом V , снабженный трубкой длиной l_1 и сечением S_1 . В нем резонансная длина волны равна $(Vl_1/S_1)^{0,5}$. Если $V \sim (\lambda_{e0}/\alpha)^3$, $l_1 \sim \lambda_{eb1}$, $S_1 \sim \lambda_{e0}^2/4\pi$, то длина волны формирующегося фотона будет равна $\lambda_\gamma = 2\lambda_{e0}/\alpha^2 = 1/R_\infty$. Процесс протекает так быстро, что

заметный вклад в потоки Φ вносят струи, распространяющиеся по кратчайшим путям, то есть собирающиеся на малой площади S_1 . Оценим период колебаний $T_a = 2\pi(LC)^{0.5}$ системы, где $L = \mu_0\lambda_b/2\pi$ – индуктивность промежутка длиной $\lambda_b \approx \lambda_{e0}/\alpha$, и $C = 4\pi\epsilon_0\lambda_b$ – емкость сферы радиуса λ_b .

$T_a = \sqrt{8\lambda_{e0}/c\alpha}$ примерно соответствует энергии $E_{e0}\alpha$ и длине волны λ_{e0}/α , определяющей размер фотона, длина волны $\lambda_\gamma = 2\lambda_{e0}/\alpha^2$ есть такое воображаемое расстояние между неподвижными дионами, что энергия их взаимодействия равна E_R .

Высветив энергию E_γ , система переходит в состояние с $\nu=0$, $\lambda_b \rightarrow \infty$, поэтому малые внешние возбуждающие импульсы воспринимаются не электроном, а целиком системой с массой, равной сумме масс электрона и протона, и гасятся. Иными словами, атом есть параметрическая квантованная резонансная система с частотой, зависящей от расстояния между осцилляторами. Объем резонирующей полости $V \sim \lambda_{ebn}^3$, причем набор λ_{ebn} определяет расположение станций промежуточных резонансов значениями главного квантового числа n [42].

Отдельный покоящийся электрон обладает внутренним движением со скоростью c , поэтому его комптоновская длина волны совпадает с внутренней дебройлевской $\lambda_{e0} = \lambda_{b0}$, расстояние эф-фективного взаимодействия не превышает размеров частицы, и излучение отсутствует.

Энергия кулоновского взаимодействия $W \sim x^{-1}$, и согласно (29) $W_1 \approx 0,5E_{e0}\alpha^2$. Энергия сильного взаимодействия $W \sim x^{-2}$ (23), и только при $x_1 = \lambda_0/\pi\alpha$ также имеем $W_1 \approx 0,5E_{e0}\alpha^2$. Следовательно, при данном размере атома водорода система нейтральна, и ее устойчивость определена равенством взаимодействий разного вида, хотя и имеющих общее происхождение. При сжатии атома быстрее нарастает расталкивание, а при растяжении – стягивание. Ионизация атома наступает при энергии возбуждающего импульса большей E_R только в том случае, если время действия импульса меньше времени обмена энергией с протоном λ_b/c , иначе он поглощается всей массой атома. Отсюда следует, что размер фотона с энергией E_R не превышает размеров атома λ_0/α и много меньше его длины волны $2\lambda_0/\alpha^2$, которая, таким образом, не является комптоновской.

Подобным образом, если применить выражение (23) для электрического заряда электрона, заменив $2\epsilon_0hc$ на e^2 , то окажется, что энергия взаимодействия будет в $1/\alpha$ раз меньше величины, определяемой законом Кулона. Это значит, что электрон собирает поток электрической напряженности от протона на площади $\pi(\lambda_{e0}/2\pi)^2/\alpha$, в 137 раз большей площади электрона, собирающей поток сильного поля. Тут нет противоречий, ибо неизвестен механизм взаимодействия дионов фотона при скорости c . На рис. 4 изображена векторная диаграмма для атомного

электрона, то есть годограф вектора его энергии. Ось OY обозначает внутреннюю часть энергии поля, ось OX – внешнюю часть. Энергия свободного покоящегося электрона E_{e0} определяет длину вектора OA , имеющего проекции OC и OF . Исходно $OF = E_{e0}\alpha$ есть энергия электромагнитного поля. Сближение с протоном при неизменной длине E_{e0} означает поворот вектора, преобразование энергии электрического поля в энергию сильного поля, скольжение по дуге из $(\cdot)A$ в $(\cdot)B$, в которой выполняется условие резонанса. Переход из $(\cdot)B$ в $(\cdot)C$ сопровождается отделением фотона, кванта сильного поля. В другом случае электрон пробегает точку равновесия, знак электрического поля меняется на обратный, так что конец вектора совершает колебания относительно $(\cdot)B$, то есть атом излучает цуг электромагнитных волн.

Нейтральный прообраз электрона (вращательное подобие фотона), состоящий из дионов без действительной части (12), назовем элоном. Его энергия равна OC . Ему соответствует прон, нейтральный протон. Эта пара образует две нейтральные частицы: атом водорода и нейтрон [27]. По иной версии, равновесие имеет место при сохранении энергии $E_{e0}\alpha$, но кулоновское взаимодействие уравновешено внешней частью сильного поля $Pc = E_{e0}\alpha$. Какой путь выбирает природа, зависит от внешних условий: давление, температура, поля, наличие частиц, фазовые состояния.

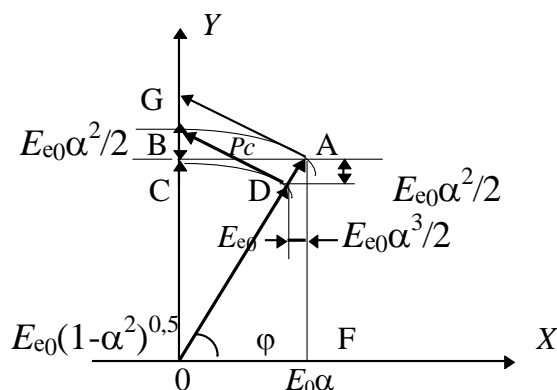


Рис.4 Образование атома водорода

Часть 3. ПРЕВРАЩЕНИЕ ЧАСТИЦ

Пионы.

На плоскости энергий OYX (см. рис.5) осью OY [43] обозначим сильное поле в объеме частицы (внутреннее), целый спин, а осью OX – ее внешнее поле, нулевой спин. Верхняя и нижняя полуплоскости обозначают частицы с противоположными спинами, а правая и левая – с противоположными зарядами. Для возбужденного электрона имеем: $OA = OD = E_0$; $OE = E_0\alpha$; $AC = Pc$; $DC = T$; $OC = E$;

Общее решение будем искать, сняв требование прохождения линии DC через точку $x = m_\pi$. Исходная система уравнений:

$$\begin{aligned} AF^2 &= m_\pi^2 - (BD + 2 Pc)^2; \\ Pc &= (m_\pi^2 - m_\mu^2)/2m_\pi; \\ AB^2 &= Pc BD^2 + AF \cdot AB; \\ AF \cdot AB &= AB^2 - Pc \cdot BD; \\ AB^2 &= m_\mu^2 - BD^2. \end{aligned} \tag{34}$$

Отсюда

$$BD^3 - 0,75BD^2(m_\pi/3 + m_\mu^2/m_\pi) - BD m_\mu^2 + m_\mu^4/m_\pi = 0, \tag{35}$$

и $BD = 68,937MэВ$; $AB = 80,07MэВ$; $EF = 98,929MэВ$; $AF = 54,42MэВ$.

В реакции $K \rightarrow \mu \nu_\mu$ получим, соответственно заменив m_π на m_K : 18,77; 103,98; 254,3; 61,51MэВ.

Нейтрино.

Опытные данные таковы, что существование у нейтрино заряда и массы не установлено, вероятность взаимодействия с веществом ничтожна, поэтому есть основание отнести нейтрино к числу квазичастиц. Более определенно, это ротонны, колебания плотности физического вакуума как среды распространения нейтрино [2]. Они обладают квазиимпульсом, энергией и спином, могут исчезать и возникать. Не исключено, что реакции вида $\nu_\mu e \rightarrow \nu_e \mu$ (CERN, 1978) идут так, как показано на рис. 5 и 6.

Физический вакуум.

Чистый физический вакуум определен как среда, в которой отсутствуют реальные частицы. Полям соответствуют возмущения вакуума типа поляризации; частицам – ориентированные локальные сгущения полей; квазичастицам – зарядово-нейтральные колебания плотности. Перечисленные явления имеют квантовую природу, вытекающую из сущности их первоисточника – вакуума. Далее применим квантование пространства – времени путем введения в качестве фундаментальной длины (размера ячейки вакуума) планковской длины

[2]. Узлы условно трехмерной пространственной решетки составим из дионов, причем произведения их зарядов, масс и длин волн будут равны $2\varepsilon_0 hc$, $hc/2G$, Gh/c^3 , а соответствующие суммы равны нулю (условие нулевых квантовых чисел). Поэтому параметры дионов будут следующие [9, 10, 44-46]:

$$\begin{aligned} \text{заряд} & \pm j(2\varepsilon_0 hc)^{0,5}, \\ \text{масса} & \pm j(hc/2\pi G)^{0,5}, \\ \text{длина волны} & \pm j(Gh/c^3)^{0,5}. \end{aligned} \quad (36)$$

Физический вакуум можно представить как плотную упаковку таких узлов чередующейся полярности, фазы колебаний соседних узлов противоположны, поэтому образуется стоячая волна нулевой амплитуды, что объясняет неосязаемость вакуума. В чистом вакууме сопротивление движению отсутствует, поскольку параметры узлов предельны и обмен энергией с ними невозможен. Единая стоячая волна обуславливает квазинепрерывность пространства для частиц, размеры которых 10^{20} превышают шаг решетки.

Скорость передачи возмущений ограничена величиной c , так как передача возмущения от узла к узлу совпадает с актом внутренней генерации, то есть определена дискретностью пространства – времени.

Аннигиляция.

Реакция превращения [25, 26] пары электрон–позитрон в пару фотонов

$$e(q_{1,2}) + \bar{e}(\bar{q}_{1,2}) \rightarrow \gamma(q_{A,B}) + \bar{\gamma}(\bar{q}_{A,B}) \quad (37)$$

при противоположных спинах происходит так, как изображено на рис. 7.

В процессе сближения и образования позитрония внешнее электрическое поле частиц сворачивается (по схеме деионизации атома), векторы поворачиваются против часовой стрелки (см. рис. 7а) до вертикального положения, заряды дионов теряют действительную часть. Если теперь достигается состояние совпадения импульсов соответствующих дионов, осуществляется перестройка пар (перекомпоновка дионов), а затем и разлет новых пар (рис. 7б), причем условия резонанса выполняются по всем каналам, включая магнитное взаимодействие.

Для описания аннигиляции $e \bar{e} \rightarrow \mu \bar{\mu}$ удобно воспользоваться фейнмановской схемой [33] с образованием промежуточных (виртуальных) фотонов.

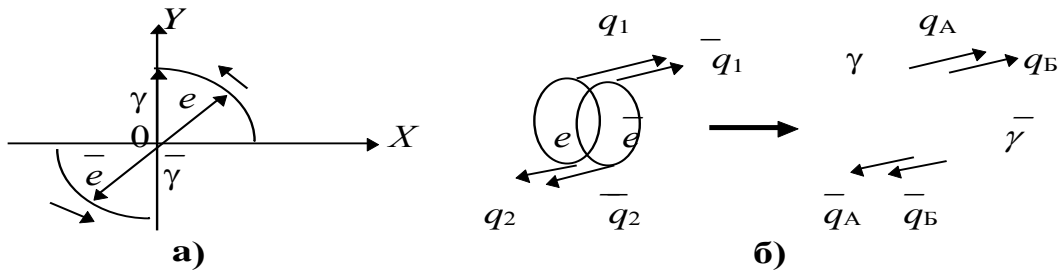


Рис.7 Реакция аннигиляции $e^- e^- \rightarrow \gamma \bar{\gamma}$

На рис. 8 ОА – исходная энергия электрона; АВ – внешняя ускоряющая импульсная энергия; ОВ – энергия возбужденного электрона e^- , ВС – процесс сближения пары; ОС – энергия фотона после перестройки; CD – раздвижка фотонов, вторая перестройка дионов по схеме мюона и разлет мюонов. Удобнее, однако, считать состояние ОС не фотоном, а нейтралом. Тогда переход ВС будет обозначать образование возбужденного элона e^0 , состояние ОС – преобразование его в нейтральный мюон (мюлон μ^0), а переход CD – перестройка мюлона в мюон и разлет мюонов μ^- , DF – торможение мюона.

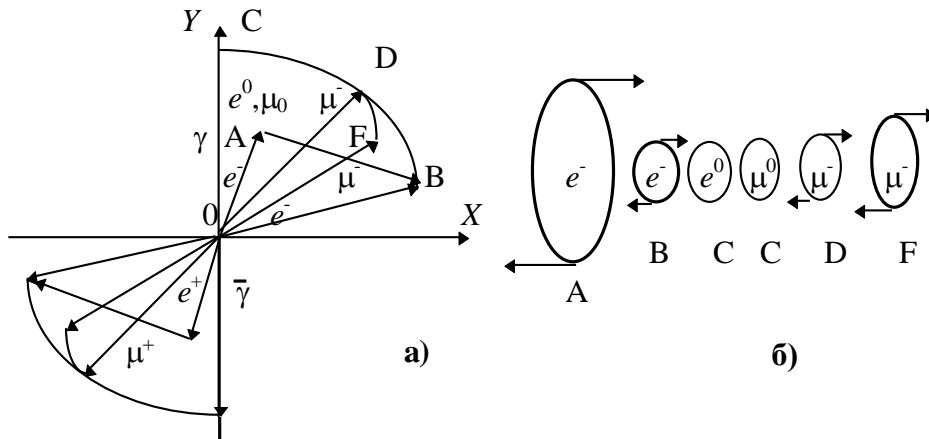


Рис. 8 Схема реакции преобразования $e^- e^- \rightarrow \mu^- \bar{\mu}$

Неупругое столкновение протонов.

На рис. 9 представлен годограф вектора энергии протона в реакции $pp \rightarrow p\gamma\gamma$ ($\gamma\gamma$, ABC, DEF, π^0 , η^0). Здесь ОА – энергия протона; АВ – энергия, приобретенная при ускорении протона; ОВ – возбужденный протон; ВС – торможение встречных протонов; ОС – тяжелый фотон; CD – отщепление легкого фотона; OD – нейтральный протон (прон); DF – преобразование прона в протон OF и разлет

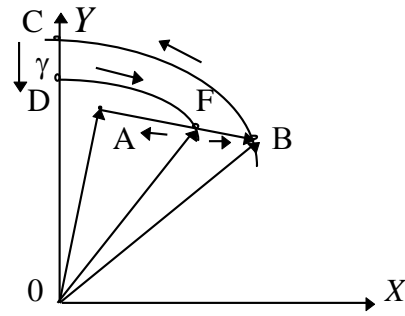


Рис.9 Схема реакции $pp \rightarrow pp \gamma (\pi^0, \eta^0, ABC, DEF)$

протонов; AF - гашение импульса протона в среде и останов.

При малых импульсах реакция $pp \rightarrow pp \gamma \gamma$ идет подобно реакции $ep \rightarrow H$. Резонансная длина волны $l = (Vl_1/S_1)^{0.5} = 2\lambda_{p0}[(\lambda_{p0}/\lambda_p)^2 - 1]^{-1}$, где $V = \lambda_b^3$; $l_1 = \lambda_b/\pi$; $S = \lambda_{p0}^2/4\pi$; $\lambda_b^2 = \lambda_{p0}^2\lambda_p^2 / (\lambda_{p0}^2 - \lambda_p^2)$. Если излучается вся кинетическая энергия, то $E_p = E_{p0} + E_\gamma$ и $\lambda_{p0}/\lambda_p = \lambda_{p0}/\lambda_\gamma + 1$. Тогда $l = 2\lambda_{p0}[(\lambda_{p0}/\lambda_\gamma)^2 + 2\lambda_{p0}/\lambda_\gamma]^{-1} \approx \lambda_\gamma$ при $\lambda_\gamma \gg \lambda_{p0}$.

Часть 4. КВАНТОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ОБЪЕМОВ [47]

Если сталкиваются предварительно ускоренные частицы, то рождаются более тяжелые фотоны (гамма-кванты) или мезоны с массой m_m , распадающиеся например, на пару фотонов, поскольку малые λ_b позволяют достичь взаимодействия при малых x и больших W , то есть рождение мезонов происходит при сильных резонансах. Так, при импульсе протона ~ 1 ГэВ/с и $\lambda_{pb} = \lambda_{p0}E_{p0}/pc \approx \lambda_{p0}$, имеет место сильное взаимодействие, и объем резонирующей полости определяется размером протона [27].

Пусть на протоне с энергией $m_p = m_{p0} + E_\gamma$ формируется фотон с энергией E_γ . Собственная частота протона $\nu_0 = c/\lambda_{p0}$, частота возбужденного протона $\nu_1 = c/\lambda_p$, где $\lambda_p = \lambda_{p0}/(1 + E_\gamma/m_{p0})$. Разность частот $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_0 = E_\gamma/h$ определяет длину волны фотона $\lambda_\gamma = hc/E_\gamma$, который формируется в резонирующей полости, заключенной между сферами радиусов $\lambda_{p0}/2\pi$ и $\lambda_p/2\pi$, что эквивалентно шару с резонирующим объемом $\sim \lambda_\gamma^3$. Как и в атоме, длина волны λ_γ коррелирует с длиной волны λ_{p0} протона, на котором идет процесс фотообразования, поэтому будем искать резонансные длины волн исходя, из условия квантования волновых объемов $\lambda_\gamma^3 = \lambda_{p0}^3 \cdot B$, где $B = 1, 2, 3 \dots$ – объемное квантовое число.

Отсюда

$$m_m^3 = m_{p0}^3 / B. \quad (38)$$

Ниже дана таблица рассчитанных по формуле (38) значений масс нейтральных мезонов m_m и экспериментальные массы с погрешностью Δm из работы [48] с дополнениями из [19, 49]. Видно, что разности рассчитанных и экспериментальных масс на порядок меньше ошибок измерения.

Частицы с недостающими номерами B хотя и не указываются, но легко опознаются как пички. Например, в работе [50] помимо указанного авторами η^0 -мезона просматриваются частицы с массами 455, 470, 518 и 585 МэВ ($B=9,8,6,4$). В области малых масс аппаратура не позволяет пока различать отдельные линии, поэтому спектр пар фотонов и, следовательно, мезонов выглядит сплошным [48], особенно если учесть распад мезонов на лету [38]. Поэтому π^0 мезон может быть центром группы мезонов с выделенной резонансной энергетической характеристикой.

Таблица 1

Массы легких нейтральных мезонов
с двухфотонным распадом

B	Рассчитанные массы, МэВ	Экспериментальные массы, МэВ	$\pm\Delta m$, МэВ	Название частицы
1	2	3	4	5
1	938,28	938,28	< 0,01	p
2	744,71	745	5	ρ^0
3	650,57	650	3	$2\pi, 2\gamma$
4	591,08	591		2γ
5	548,71	548,8	0,6	η_0
6	516,35	510		2π
7	490,49	490	10	2γ
8	469,14	465 470	20 17	DEF 2γ
9	451,08	450	20	DEF
10	435,51	440	30	“
11	421,89	420	17	2γ
12	409,83	408	53	2γ
13	399,04	398	20	2γ
14	389,30	389	10	2γ
15	380,45	380		μe
16	372,36	372		ABC
17	364,91	365	23	“

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

18	358,02	356		2π
19	351,63	352	23	ABC
20	345,66	345	16	“
21	340,09	340	13	“
22	334,86	335	16	“
24	325,28	325	10	“
25	320,89	320	14	“
26	316,72	316	11	“
27	312,76	312	13	“
28	309,0	310	12	“
29	305,4	305	12	“
30	301,97	302	7	“
31	298,68	300	19	“
32	295,54	297	12	“
33	292,52	292		2γ
34	289,63	290	24	ABC
35	286,84	286	12	“
36	284,16	284		“
38	279,09	280	28	“
40	274,35	274		“
43	267,82	268		“
336	134,96	134,96	< 0,04	π ⁰

Рассмотрим реакцию рождения π^0 мезона при столкновении двух протонов с энергией T вблизи порога:



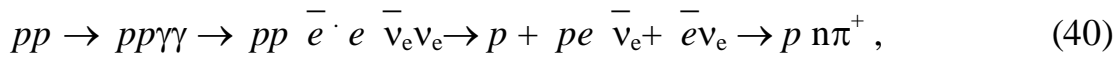
При $2T = 135$ МэВ $\lambda_{pb} \approx \lambda_{p0} (E_{p0}/2T)^{0,5}/\pi \approx 2,6\lambda_{p0}/\pi$, поэтому за счет кулоновского взаимодействия даже при движении строго по одной прямой частицы теряют на пути эффективного взаимодействия от $2,6 \lambda_{p0}/\pi$ до λ_{p0}/π около $0,6 E_{p0}/\alpha = 5$ МэВ энергии, что сказывается на траектории. Однако, на расстоянии λ_{p0}/π взаимодействие определяется уже величиной не e^2 , а $4\varepsilon_0hc$, поэтому в результате торможения и уменьшения T растет λ_{pb} до некой величины x такой, что энергия взаимодействия протонов становится равной 135 МэВ ($W = \lambda_{p0}E_{p0}/2\pi x = 135$ МэВ, $x = 1,1\lambda_{p0}$), поскольку формирование фотонов происходит за счет увеличения энергии поля протонов.

Как установлено выше (20), в протоне узлы на орбите располагаются на расстояниях $\varphi r < \pi r/2$. Квазиустойчивой будет орбита λ_{p1} при таком уровне возбуждения протона, что $\lambda_{p1}/\lambda_{p0} = 2\varphi/\pi = m_{p0}/m_{p1}$. Тогда $m_{p1} =$

997,07 МэВ = m_{p0} + 58,79 МэВ, и следует ожидать большой частоты появления фотонов с энергией ~ 60 МэВ. Иначе обстоит дело в случае формирования π^0 мезона как системы связанных фотонов, так как его энергия больше энергии исходных фотонов на энергию связи. Поэтому $m_{\pi^0} = 134,974 \text{ МэВ} = m_{p0}(336)^{-1/3} > 120 \text{ МэВ}$, и это порог образования таких мезонов.

При больших импульсах нейтрона в реакции $np \rightarrow d\pi^0$ [48] винтовая линия превращается в плоскую спираль с диаметром λ_{p1}/π , причем длина витка λ_{p0} больше λ_{p1} , что приводит к частичному перекрытию витков. Тогда процесс образования мезона заключается в подгонке этих длин под указанное соотношение.

Если условия симметрии не выполняются, реакция может пойти по типу перезарядки:



причем $E(\nu_e) = E(\bar{\nu}_e) = 0,782319 \text{ МэВ} = m_{n0} - m_{p0} - m_{e0}$, то есть равна максимальной энергии антинейтрино из распада нейтрона.

Масса π^+ мезона тогда также оказывается квантованной

$$\{m_{p0} / [m_{\pi} - E(\nu_e)]\}^3 = 309 \pm 0,002.$$

Для тяжелых фотонов и частиц с $\lambda_{\gamma}^3 = \lambda_{p0}^3$ ($B=1$) объем резонирующего шара совпадает с объемом протона, и когда $m_M > m_{p0}$ создаются условия, при которых каждый протон является резонатором для другого. Можно представить, что создается квазиздро с массой M : в объеме ядра содержится целое число объемов нуклона, а в объеме протона содержится целое число волновых объемов квазиздра [51-53]. Отсюда $\lambda_{p0}^3 = B \lambda_M^3$,

$$M^3 = m_{p0}^3 B. \quad (41)$$

Для проверки данного предположения на примере реакции $\bar{p}p \rightarrow \text{что-нибудь}$ были использованы освобожденные от фона данные по полному сечению взаимодействия σ_{tot} [54-57]. В табл. 2 даны результаты вычислений эффективных масс резонансов.

Среднее арифметическое значение разностей масс, приведенных в столбцах 2 и 4, равно 5,0 МэВ, что составляет 10% от средней величины интервала между соседними резонансами. Средне-квадратичное значение разности равно 8,8 МэВ, что составляет 17% от этого интервала, 1,6% от данного диапазона масс и 0,4% от массы среднего резонанса 2364 МэВ.

Изложенное позволяет сделать вывод о справедливости соотношения (41) для масс протон-антипротонных пар в диапазоне (2÷3) ГэВ, причем

вид сечения взаимодействий определяется суммой величин сечений, характеризующих отдельные резонансы [19].

Таблица 2

Эффективные массы резонансов $\bar{p}p$

B	Рассчитанные величины масс резонансов ($m_{po}B^{1/3}$), МэВ	Аппроксимация, МэВ	Максимумы функции распределения, МэВ	Ширина резонансов, МэВ
1	2	3	4	5
11	2087	2092	2074	18
12	2148	2156	2160	45
13	2206	2199	2200	45
14	2261	2263	2261	46
15	2314	2343	2325	58
16	2364	2374	2380	48
17	2413	2402	2423	47
18	2459	2466	2468	34
19	2504	2499	2501	28
20	2547	2550	2549	28
21	2589	2585	2586	26

На рис. 10 представлены результаты аппроксимации зависимости $\sigma_{tot}(\bar{p}p)$ от энергии в системе центра масс E_{cm} , где тонкими линиями показаны функции распределения Пуассона с центрами в точках $E_{cm} = M(B)$, пунктирной линией – сумма этих функций, сплошной жирной – аппроксимация полиномами Чебышева исходной табличной функции. Среднеквадратичная ошибка приближения исходной функции ее представлением (суммой) равна 0,08 mb, что соответствует среднеквадратичному разбросу экспериментальных данных.

В литературе [33] имеются данные по более чем двумстам частицам и резонансам, удовлетворяющим условию (41).

Некоторые из них приведены в табл. 3, где дано в столбцах:

- 1 – значения чисел B ; 2 – массы, вычисленные по формуле (41);
- 3 – массы известных частиц; 4 – абсолютные погрешности эксперимента;
- 5 – обозначения частиц.

Таблица 3

Сводная таблица масс частиц и резонансов с $M = m_{p0}B^{1/3}$

	Р а с ч е т	Э к с п е р и м е н т		
<i>B</i>	Масса <i>M</i> , МэВ	Масса, МэВ	Разброс, МэВ	Наименование частицы
1	2	3	4	5
6	1705,0	1704,9 1705 1700 1710 1701	0,9 2 15 15 4	Σ , S_{11} πN $q(1680)$, P_{11} , S^* K_N , D_{13} , S_{01} , P_{03} , D_{33} D_{03}
7	1794,9	1794,5 1797 1790 1792 1800 1786 1795 1789	1,4 19 15 10 18	X D_{13} S_{11} , D_{13} P_{13} A_4 , P_{01} P_{31} Ξ K^*
8	1876,6	1877 1876 1880 1872 1870 1875 1868 1871 1881 1882	6 15 20 10 10 10 10 11 6 10	P_{03} , Δ , F_{35} D^* S_{11} , D^* , P_{13} , D_{13} S_{01} P_{11} , X F_{33} , S_{31} , D^\pm D_{03} Ξ Δ^{++} F_{13}
9	1951,2	1953 1950 1949 1950 1955 1960 1952	2 2 10 7 15 11	S^* , P_{31} \underline{pp} \underline{NN} F_{37} , D_{13} , P_{11} , P_{31} , D_{35} , P_{11} S_{11} F_{17} Ξ

Продолжение табл. 3

	2	3	4	5
--	---	---	---	---

10	2021,5	2022 2020 2022 2025 2020 2019	4 3 6 13 15 7	$F_{17}, D_{13}, \bar{N}N$ $D_S^\pm, F_{15}, F_{07}, \bar{p}p$ $\bar{N}N$ P_{33} h Ξ
11	2086,7	2086 2091 2080 2088 2089 2081 2082 2092	38 7 10 20 12 20 4 12	$T(\bar{p}p)$ P_{13} $\bar{N}N$ K^*, D_{35} D_S D_{12}, D_{13} P_{13} G_{07}
12	2148,1	2147 2141 2150 2140 2148 2147 2130	4 12 6 20 4 20	Δ, K^*, K_2 $G_{17}, \bar{N}N, X$ $S_{31}, \bar{p}p, \Delta, Z$ P_{13}, F_{05} D^{*0} $\bar{\Lambda}p$ G_{07}
13	2206,2	2204 2207 2200 2205 2203,2 2210 2204,5 2203 2215 2214	5 13 40 10 8,4 10 3,4 5 20 15	$\bar{N}N$ $G_{17}, \bar{N}N, X$ D_{35}, K_2 H_{19} S_{31} Σ Δ Ξ^* G_{19} A_4
14	2261,4	2262 2260 2268 2250	10 20 15 	Λ_c^+, Σ $\bar{N}N, G_{17}, K_2, D_{15}, \bar{\Lambda}p$ G_{19} Ω

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

15	2314,0	2312 2307 2320 2305 2324 2310	6 30 26 20 25	$\overline{\Delta}, H_{3,11}$ \overline{NN} K_3 D_{35}, P_{33} U Λ_c^-, F^*
16	2364,3	2365,3 2358 2365 2370 2363 2360	9,6 9 20 15 2 25	$\Sigma_c, \overline{BB}, H_{09}$ $H_{3,11}, \Lambda, \Delta$ H_{09} X^- pp ρ
17	2412,6	2412,5 2414 2416 2392	3,5 5 17 27	C_1 D_1^0 $H_{3,11}$ Ξ
18	2459,0	2461 2458 2459 2455 2462 2464,4 2462,1	5 3 6 26 2 3,1	$\overline{\Sigma}^+, \overline{BB}$ NN^{*0} D_2^{*0} Σ Σ_c Ξ_c^+ Ξ_c^0
19	2503,7	2500 2505 2495,2	10 10 8,7	$\Sigma_c, \Xi, \overline{NN}, X, Z_1, G_{37}$ D_{13} $\Lambda p \pi$
20	2546,9	2542	22	Σ
21	2588,6	2585 2583	45 26	Λ F
22	2629,1	2620 2633 2630 2626,6	15 0,5	X, Σ π, N D^*, D^{**} Λ_c^+
23	2668,3	2676	27	X
24	2706,5	2710 2705,9	20 3,3	\overline{NN} Ω_c^0
25	2743,6	2747 2740	32 20	X, \overline{pp} Ω_c^0

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

27	2814,8	2820	10	X, \bar{pp}
28	2849,2	2850 2850	5 10	\bar{NN}, Δ, X D_{13}
29	2882,7	2883 2880	6 10	Δ, X X
30	2915,4	2914	5	
31	2947,5	2950	10	
32	2978,9	2979,6	1,6	$\eta_c (1S)$
33	3009,6	3013	5	X
34	3039,7	3040	20	X
35	3069,2	3070	20	X^-
36	3098,1	3096,9 3098,4	0,09 0,2	J/Ψ
37	3126,6	3127 3126 3115	5 4 30	Ψ pD X
38	3154,47	3145 3160	20 25	X X
39	3181,9	3180		Ψ'
41	3235,4	3230 3240	30 30	Δ, X X
42	3261,5	3258 3270	7 30	P_c X
43	3287,2	3283	10	P_c
45	3337,4	3340	10	χ
46	3361,9	3370	10	\bar{NN}
47	3386,1	3390	20	\bar{NN}, X
48	3409,9	3415,1 3410	1 10	$\chi_{c0}(1P)$ χ
50	3456,6	3454	7	χ
51	3479,5	3475	20	X
52	3502,1	3505	4	$\chi_{c1}(1P)$
53	3524,4	3522 3526,2	5 0,15	χ $h_c(1P)$
54	3546,5	3545	10	χ
55	3568,2	3568,3 3563	7	\bar{BB} $\chi_{c2}(1P)$

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

56	3589,7	3591 3594	7 5	Ψ $\eta_c(2S)$
61	3693,5	3695	4	Ψ
64	3753,1	3755	8	\bar{pp}
65	3772,7	3772	6	Ψ
79	4026,0	4028	2,5	Ψ
80	4042,9	4040	10	Ψ
85	4125,5	4117	10	χ
87	4157,6	4159	20	Ψ, χ
104	4412,4	4417,4	6,7	Ψ, χ
177	5268,09	5270,8	2,3	B^\pm
178	5278,0	5274,2 5280,1 5278,6	1,9 1,6 0,8	B^\pm, B^0
180	5297,69	5297,1	1,7	
184	5356,64	5339	19	B_s^0
187	5365,39	5368,6	5,6	B_s^0
188	5375,03	5374,16	16	B_s^0
217	5638,30	5641	50	Λ_b^0
222	5681,29	5681	11	B_J^*
225	5706,76	5704	4	B_J^*
228	5732,01	5732	5	B_J^*
242	5847,01	5846		E_x [58]
243	5855,05	5853	15	B_s^0
1016	9432,45	9433,1	0,3	$\Upsilon(1S)$
1017	9435,55	9434,5	0,4	
1025	9460,22	9459,97 9460,32	0,13 0,22	
1026	9463,3	9462,1 9463,1	1 0,7	
1160	9858,61	9858,3	1,6	$\chi_{b0}(1P)$
1161	9861,43	9861	1,3	$\chi_{b0}(1P)$
1162	9864,24	9864,1	0,7	$\chi_{b0}(1P)$
1164	9869,87	9871,0	2,7	$\chi_{b0}(1P)$
1165	9872,78	9872,8	0,7	$\chi_{b0}(1P)$
1171	9889,67	9888,7 9889,75 9890,8	2,7 1,5 0,9	$\chi_{b1}(1P)$

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1172	9892,49	9891,9 9892,6 9893,6	0,7 0,8 0,8	$\chi_{b1}(1P)$
1173	9895,3	9894,4	0,4	$\chi_{b1}(1P)$
1174	9898,12	9899,7	1,5	$\chi_{b1}(1P)$
1175	9900,93	9900,5 9901	1,3	$\chi_{b1}(1P)$
1176	9903,74	9902,1	2,7	
1177	9906,56	9906,2 9906	2,7 1,3	$\chi_{b1}(1P)$
1179	9912,09	9912,2	0,3	$\chi_{b2}(1P)$
1180	9914,91	9914,6 9915,8	0,2 1,1	$\chi_{b2}(1P)$
1183	9923,35	9924,7	2,7	$\chi_{b2}(1P)$
1184	9926,07	9927 9925	1,3 1,3	$\chi_{b2}(1P)$
1185	9928,89	9928,8	2,7	$\chi_{b2}(1P)$
1208	9992,69	9993,4	0,5	$\chi_{b2}(1P)$
1217	10017,4	10016,8	1,5	
1218	10020,2			
1219	10023,08	10023,1	0,4	$\Upsilon(2S)$
1220	10025,71			
1297	10232,33	10232,1	5	$\chi_{b0}(2P)$
1298	10234,95	10235,3	1,6	$\chi_{b0}(2P)$
1306	10255,97	10255,2	0,4	$\chi_{b1}(2P)$
1311	10269,01	10268,2 10269	5 0,7	$\chi_{b2}(2P)$
1312	10271,64	10271	2	
1332	10323,62	10323,1	0,4	
1344	10354,49	10355,5	0,5	$\Upsilon(3S)$
1421	10548,53	10547,6	1,1	
1434	10580,61	10580	3,5	$\Upsilon(4S)$
1544	10844,6	10845	20	Υ
1553	10865,68	10865	8	Υ
1554	10867,9	10868	6	Υ
1620	11019,63	11019	5	Υ
1621	11021,88			

Легко убедиться в наличии этого спектра масс на графиках, приводимых различными авторами, например, в работах: [59]–

$B = 68 - 75, 79 - 81; [60] - B = 39 - 45; [61] - B = 13 - 20; [62] - B = 39 - 56.$

Мезонные резонансы

Мезонные резонансы - это образования с массой m_M из реакций типа

$$\pi^- p \rightarrow n m_{M0}, p m_M, \quad (42)$$

время существования которых не превышает времени одного оборота λ/c , а в распадах имеются мезоны и фотоны.

Приняв величину $m_{p1} = m_{p0}(\pi/2\varphi)^1$ за первую ступень возбуждения протона, можно повторить эту же операцию. Тогда получим:

$$m_b = m_{p0}(\pi/2\varphi)^b, \quad (43)$$

$$m_M = m_b - m_{p0} = m_{p0} [(\pi / 2 \varphi)^b - 1],$$

где $b = 1, 2, 3, \dots$ - номера ступеней возбуждения протона. При $b > 5$ дополнительные массы m_M состоят из малых масс нескольких частиц, уносящих практически весь импульс, поэтому протон возвращается в близкое к покою состояние, и эффективная масса резонанса будет близка к m_M , как это видно из табл. 4.

Таблица 4

Массы мезонных резонансов

Ступени b	Масса возбужденного состояния m_b , МэВ	Дополнительная масса m_M , МэВ	Массы известных мезонных резонансов, МэВ
1	2	3	4
1	997,067	58,79	
2	1059,55	121,273	
3	1125,94	187,667	
4	1196,49	258,22	
5	1271,47	333,197	
6	1351,14	412,87	$f_0(\sigma) 414(20)$
7	1435,81	497,53	$K^0(497)$
8	1525,78	587,508	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
9	1621,39	683,118	
10	1722,99	784,718	$\rho^0(770 \div 778), \omega 781,94(12)$
11	1830,96	892,686	$K^* 892,6(0,5), K^{*0} 896,1(28)$
12	1945,69	1007,42	$a_0, \delta (1003 \div 1016) \rightarrow KK, f_0, S (1007 \div 1012); \phi (1019)$
13	2067,61	1129,34	$a_1 1122 (17)$
14	2197,18	1258,90	$b_1, B(1240-1270); \rho(1256); a_1 1260 (25), f_2 (1250-1270), \varepsilon 1256, K_1 1270(10), Q (1200), \pi 1273(50)$
15	2334,86	1396,58	$\omega 1391(19), \rho 1405(20), f_0 1420(20), \varepsilon (1400), f_1, E (1398-1420), X (1405), K_1 1392(18), 1402(7); Q (1400), \eta 1398(6); \bar{N}N 1390,9(6,3), K^* (1390-1420)$
16	2481,16	1542,89	$f_1 1530(10), D (1506-1528), F_1 (1540-1557), \rho' 1546(26), f_2' 1547(+10, -2); f_0 1550(45)$
17	2636,64	1698,37	$\pi_2 1690(14), A_3 (1690), \rho 1700(20), \omega_3 (1660-1700), \rho_3 1679(11), K^*(1690), g (1670-1722), \theta, X, f_2 (1698(15), \phi 1700(20), f_1 1697(4), \bar{N}N 1687(5)$
18	2801,86	1863,58	$\phi_3 (1854), D^0 1863,8(0,5), D^\pm 1863(4), X 1870(40), K_1 1840, K_3 1850(50), \bar{N}N 1856,6(9), f_1 1870(40), \eta_0 1850(50)$
19	2977,43	2039,16	$f_4 2040 (10), h 2040; K_4^* 2039(10), F 2030, a_4 2040(31), \bar{N}N 2026(5)$
20	3164,01	2225,73	$a_4 2214 (15), K^* (2200-2240), f_4 2220(10), f_2 2231(10), K_2 2235(50), \rho_5 2250, \rho_3 2232, \bar{N}N 2229,2$
21	3362,27	2423,99	$D_1^0 2422,2(1,8), a_6 2450(130), \bar{N}N 2450(10), D_1^\pm 2425(2)$

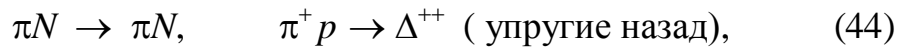
Продолжение табл. 4

1	2	3	4
22	3572,96	2634,68	X 2620 (20)
23	3796,85	2858,57	$\bar{N}N$ 2850(5)
24	4034,77	3096,49	X 3105(30), J/Ψ 3096,87(0,03)

Учитывая происхождение и вид каналов распада K^0 - мезона, не приходится удивляться близости масс, рассчитанных по формулам (33): $m_{p0}7^{-1/3} = 490,49$ МэВ; и (38): $m_{p0}[(\pi/2\phi)^7 - 1] = 497,53$ МэВ ($B = b = 7$).

Барионы

В реакциях типа



процесс выходит упругим по результату, но в действительности он проходит фазу образования возбужденного состояния смеси частиц или квазиядра с энергией E_Σ , зависящей от ряда факторов: энергии частиц, характера удара (центральный или нет), диаметра частиц λ/π , радиуса взаимодействия λ_b , времени пролета участка λ_b . Только при упругом рассеянии строго назад E_Σ будет равна сумме энергии пучка и массы мишени: $E_\Sigma = E + m_{p0}$. Исходя из того, что она распределяется пропорционально массам частиц, а частицы имеют совпадающие уровни возбуждения, даваемые рядом (38), получим условие резонанса:

$$E_\Sigma = E + m_{p0} = (m_{p0} + m_{\pi0}) (\pi/2\phi)^b,$$

$$E^2 = P^2 + m_{\pi0}^2, \quad (45)$$

$$M^2 = E_\Sigma^2 - P^2 = 2 m_{p0}(m_{p0} + m_{\pi0})(\pi/2\phi)^b + m_{\pi0}^2 - m_{p0}^2,$$

$$P^2 = (E_\Sigma - m_{p0})^2 - m_{\pi0}^2,$$

где M - инвариантная масса резонанса или энергия в системе центра масс.

Выражение (45) определяет положение вершины резонанса, а ширина зависит от перечисленных выше факторов, различно проявляющих себя в зависимости от того, продукты какого канала реакции (44) фиксируются.

В табл. 5 приведены значения рассчитанных значений масс (45) и масс известных N и Δ барионов (в скобках дана абсолютная погрешность эксперимента).

Таблица 5

Массы известных N и Δ - барионов

Сту-	Рассчитан-	Массы известных	Массы известных
------	------------	-----------------	-----------------

пени <i>b</i>	ные массы <i>M</i> , МэВ	<i>N</i> - барионов, МэВ	Δ - барионов, МэВ
1	2	3	4
2	1192,99	Σ^0 1192,55	
3	1251,5	1250	P_{33} 1243,3
4	1310,9		
5	1371,1	P_{11} 1370	
6	1432,4	1430(8), 1440(15), P_{11} 1440(30)	
7	1494,8	1490(20); S_{11} 1500(8); D_{13} 1501,1503	
8	1558,3	D_{13} 1541, S_{11} 1557-1565; P_{13} 1540	P_{31} 1550; P_{33} 1560
9	1623,1	P_{11} 1625(10)	S_{31} 1620(20); D_{33} 1622 , S_{11} 1617
10	1689,2	P_{11} 1690; D_{15} 1687; F_{15} 1688; S_{11} 1689; D_{13} 1690, 1763(28), 1690,3(4,5); P_{13} 1690	S_{31} 1695; D_{33} 1690(15); P_{33} 1690(50)
11	1756,7	P_{11} 1751; P_{13} 1750, 1766, 1763(25)	P_{01} 1750, P_{31} 1744(36), F_{35} 1752(32)
12	1825,8	1820, P_{13} 1833; D_{13} 1830(50)	F_{35} 1837; P_{01} 1825
13	1896,4	F_{15} 1882(10), D_{13} 1900, D_{15} , P_{11} 1885(30)	P_{33} 1900; F_{35} 1890; S_{31} 1900; P_{31} 1900; P_{03} 1899; D_{35} 1901, 1895(15); F_{37} 1902; S_{11} 1890(50), P_{11} 1882(10)
14	1968,7	F_{17} 1970-1995; F_{15} 1970	P_{31} 1960(21); F_{37} 1975; D_{35} 1970; D_{33} 1980, 1960 (80)
15	2042,7	F_{17} 2049; D_{13} 2030-2090; P_{11} 2050(20); H_{19} 2050	D_{35} 2024;2056; P_{13} 2040, S_{31} 2047,4(27), D_3 2057(110)
16	2118,5	G_{19} , G_{13} 2133, 2120(30); D_{13} 2100(80) D_{15} , S_{11} 2100; P_{11} 2125(75) G_{17} 2117	2120, P_{33} 2120, P_{31} 2121,4(13)

Продолжение табл. 5

1	2	3	4
17	2196,1	F_{15} 2175; G_{17} 2198(28); G_{19} 2200(40);	D_{35} 2200; 2196(46), G_{37} 2200(80), G_{39} ,

		H ₁₉ 2200,2205(10); G ₁₅ 2180(80)	H ₃₉ 2204,5(3,4); F ₃₅ 2200(125); S ₃₁ 2203,2(8,4)
18	2275,8	S ₁₁ 2280; G ₁₇ 2265; G ₁₉ 2268(15)	G ₃₇ 2280(40)
19	2357,5	2362(20)	2360; H _{3,11} 2358(9), F ₃₇ 2350(100)
20	2441,3		H _{3,11} 2440; F ₃₇ 2425(60); G ₃₉ 2468(50); H ₃₉ 2450(100)
21	2527,3		2520 (40)
22	2615,6	I _{1,11} 2633, 2600; K _{1,13} 2612(45)	
23	2706,3	I _{1,11} 2700(100)	2700
24	2799,5	G ₁₉ 2792(100)	I _{3,13} 2794(80)
25	2895,2		2883(26)
26	2993,6		K _{3,15} 2990(100)
27	3094,7	3080, N3100	
28	3198,6		3200(200)
29	3305,5		3296(79); 3300(100)

Отметим также, что массы некоторых пар приведенных здесь кандидатов в резонансы получены при импульсах P пучка, значительно больших, чем определены по формуле (45). Это означает, что в таких случаях резонансы имеют место при импульсах меньших, предельных, на нижних уровнях b , и рассеянии не строго назад, что обуславливает разброс величин M . Что касается массы стабильной частицы Σ_0 , то ее величина $m_{\Sigma_0} = 1192,55$ МэВ близка к рассчитанной по формуле (45), где $b=2$, $m_{p_0}(\pi/2\varphi)^2 = 1192,99$ МэВ, и отличается от значения, даваемого формулой (36): $m_{p_0}B^{1/3} = 1182,16$ МэВ ($B=2$), не более чем на 1%. Подобным образом коррелируют массы при $B = 4, 24, 36$ и $b = 7, 23, 27$ соответственно. Расчетная величина первой степени возбуждения ($b = 1$) равна $M = 1135,1$ МэВ. В литературе [62] имеются данные о том, что в реакциях $\alpha p \rightarrow \alpha X$ и $dp \rightarrow dX$ диапазон масс M_X составляет величину $m_p + m_\pi = 1078$ МэВ $\leq M_X \leq 1176$ МэВ, заключенную между однопионным порогом, когда возмущение отсутствует, и массой $\Sigma^0(b=2)$.

Аналогично можно вычислить массы Λ - и Σ - барионов, заменив в формулах (40) пионы на каоны [63]

$$M = 2 m_{p_0} (m_{p_0} + m_{k_0})(\pi/2\varphi)^b + m_{k_0}^2 - m_{p_0}^2. \quad (46)$$

Исходные реакции имеют следующий вид

$$KN \rightarrow \Sigma(N \bar{K}), \Lambda(N \bar{K}). \quad (47)$$

В табл. 6 даны в столбцах: 1 - значения чисел b , 2 - рассчитанные (46) массы резонансов, 3- массы известных Λ - барионов, 4 - массы известных Σ - барионов.

Таблица 6

Массы известных Λ и Σ барионов

b	Рассчитанные массы, M , МэВ	Массы известных Λ - барионов, МэВ	Массы известных Σ -барионов МэВ
1	2	3	4
1	1489,5		1485(10)
2	1548,4		1553(7)
3	1608,7		$S_{11}1608(5)$
4	1670,3	$S_{01}1671(3); D_{03}1670(10)$	$P_{11}1671(2); D_{13}1671(3); 1670(4)$
5	1733,4	$S_{01}1725(20); P_{01}1735(5)$	$S_{11}1739(10); P_{11}1738(10); P_{13}1720(30)$
6	1798,0	$P_{01}1800; G_{09}1808(5)$	$S_{11}1790(15); P_{13}1798-1802$
7	1864,2	$S_{01}1872(10); P_{01}1853(20); P_{09}1864(2)$	$P_{11}1850(50), 1847-1863$
8	1932,1	1935	$P_{11}1920(30); F_{15}1937(20); 1931(9); D_{13}1940(20)$
9	2001,7	2010(30), 1999(6)	$S_{11}2004(40); F_{17}2000(20), 1999(7)$
10	2073,1	$G_{07}2080(10), F_{05}2092(25)$	$F_{15}2070(10); P_{13}2070(30); G_{17}2060(20)$
11	2146,4	$F_{07}2140, G_{07}2130(20); F_{05}2141(6)$	$P_{13}2140(30); G_{17}2120(30);$
12	2221,6	$D_{03}2227(20)$	2215(10)
13	2298,8	$\Lambda_0^+ 2301(17), 2292(8)$	2299(6)
14	2378,2	$H_{09} 2370(50)$	
15	2459,7		2455(6), $\Sigma_c 2454(5)$
16	2543,4		2542(22)
17	2629,5	$\Lambda_0^+ 2626,4 (9)$	2620(15)

Заметим, что резонансам с номерами $b = 1, 3, 6, 11, 15, 16, 17, 22, 25, 26, 28$ соответствуют частицы с номерами $B = 4, 5, 7, 12, 18, 20, 22, 36, 48, 53, 64$ из табл. 3

ВЫВОДЫ

1. Универсальным взаимодействием, определяющим все известные процессы, является сильное. Понятие спектроскопии поэтому равно относится к областям ядерной, атомной и корпускулярной физики.

2. Полученная формула квантования масс частиц позволяет осуществлять калибровку измерительной аппаратуры, повысить точность измерений и усовершенствовать методику обработки опытных данных.

3. Появилась возможность разделения потока излучения на поток фотонов и поток электромагнитных волн.

4. Атомная и молекулярная физика должна основываться на изучении процессов, свойственных сильному взаимодействию, а не только электромагнитному.

5. Единообразная дионная структура частиц позволяет ставить вопрос о разработке практически осуществимых способов преобразования веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саврухин А.П. Книга о естественных основах нравственности.

— М.: МЛТИ, 1991. — 56 с.

2. Физический энциклопедический словарь /Под ред. А.М. Прохорова

— М.: Советская энциклопедия, 1983. — 928 с.

3. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. — М.: Наука, 1988 — 272с.

4. Dirac P.A. M. // Proc. Royal Soc. Ser. A.— 1931. — v.133. — 821.

5. 1) Schwinger J. // Science. — 1969.— v. 165. — № 3895. — pp. 757-761.

Барионы и мезоны образованы сильно связанной парой дионов, являющихся кварками с электрическим и магнитным зарядом.

2) Швингер Ю. // УФН. — 1971. — т. 103. — № 2. — с.355.

6. Winterberg F. // Atomkernenergie. — 1975.— v.26.— №1. — pp.43-47.

7. Fryberger D. // Lett. Nuovo Cim. — 1980.— v.28. — № 9 — pp. 313-320.

Вводит вортон — полуклассический электромагнитный парный монополь с зарядом $28,2 e$.

8. Motz L. // Nuovo Cim. — 1977. — v. A37. — № 1. — pp.13-20.

Постоянная тонкой структуры $\alpha = 2\pi e^2/hc$ есть отношение квадратов универсального электрического заряда e^2 и базисного гравитационного заряда (унитона) $hc/2\pi$.

9. Motz L. // Nuovo Cim. — 1972. — v. B12. — № 2. — p.239.

Фундаментальные частицы природы, унитоны, имеют инертную массу равную $0,5(hc/2\pi G)^{0,5} \approx 10^{-5} \text{г}$. Из вейлевского принципа калибровочной инвариантности следует $Gm^2 = hc/2\pi$ для частиц, подчиняющихся уравнению Дирака.

Гравитационный заряд $m\sqrt{G} = 0,5(hc/2\pi)^{0,5} \approx 0,5\sqrt{137}e$ унитона связывается с вакуумными флуктуациями Уилера

10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. —

т. 1.; 1966. — т. 2,3. ; — 1967. — т. 4.

1. с. 38: “...излучение переносит инерцию между излучающими и поглощающими телами”.

1. с. 40: “... каждой энергии E соответствует инерция E/v^2 ...”

1. с.139: “...теории истечения Ньютона, согласно которой свет состоит из движущихся частиц.”

1. с.140: Разбор взглядов Лоренца: “Движущаяся по отношению к эфиру заряженная частица может быть отождествлена с элементом тока.”

2. с.102: “ Оказалось, что инерция не есть фундаментальное свойство вещества, но представляет собой свойства энергии...”

2. с. 157: “ Из уравнений Максвелла следует вывод, что движущийся электрический заряд окружается магнитным полем, энергия которого зависит от скорости в первом приближении квадратично. Как тут было не предположить, что вся кинетическая энергия является электромагнитной !”
Но: “...уравнения Максвелла никак не объясняли, каким образом электрический заряд электрической элементарной частицы может существовать в равновесии, несмотря на силы электростатического отталкивания.”

1. с.114: “Следовательно, каждому количеству энергии E в гравитационном поле соответствует потенциальная энергия, по величине равная потенциальной энергии “тяжелой” массы величиной E/c^2 ”.

1. с.556: “ С точки зрения общей теории относительности можно предположить, что электрические заряды электрона удерживаются силами тяготения.”

1. с.689: “Резюмируя, можно сказать, что ОТО наделяет пространство физическими свойствами; таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно ОТО, пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы... Однако, этот эфир нельзя представить себе состоящим из прослеживаемых во времени частей; таким свойством обладает только весома материя; точно также к нему нельзя применить понятие движения.”

2. с. 243: “ ... сейчас нам начинает казаться, что первичную роль играет пространство; материя же должна быть получена из пространства, так сказать, на следующем этапе.”

11. Heisenberg W. // Phys.Today. —1976.— v. 29.— №3.— p.32.

Гейзенберг В. // УФН. — 1977. — т. 121. — №4. — с.658-668.

12. Иваненко Д.Д., Буринский А.Я. // Известия Вузов. Физика. — 1978. — № 7. — с. 113-119.

Модель из фотона, бегущего по кольцевой орбите комптоновского радиуса. Светоподобный кольцевой ток (Honl H., Papapetrou A. // Zeit. fur Phys.—1939. —v.112.—p.512).

Сингулярное кольцо как волновод для электромагнитной волны (Буринский А.Я. // ЖЭТФ.—1974.— № 65. — с. 406).

13. Эйнштейн А. Физика и реальность. — М.: Наука, 1965.

“Кажется невозможным дать ясный качественный критерий для различия между веществом и полем или зарядом и полем.”

14. Дирак П. Принципы квантовой механики. — М.: — 1960.

15. Jackson J. D. // CERN Sci. Rept. — 1977.— v. 17 — p.p. 1-18.

Сравнение уравнения для сверхтонкого расщепления основного состояния атома с экспериментальными данными для атома водорода, мюония, позитрония и иона ${}^3\text{He}^+$ показывает, что магнитный дипольный момент элементарных частиц имеет токовую природу, т.е. он обусловлен циркуляционными токами, а не парой магнитных зарядов.

16. 1) Бройль де Л. // УФН. — 1977. — т. 122. — № 4. — с. 562-570.

“Как очевидно, световые кванты должны обладать внутренней бинарной симметрией, связанной с симметрией электромагнитных волн..”

“...по-видимому, между движением тел и распространением волн существует глубокая связь...”

2) Broglie de Louis. // Phil. Mag. and J. Sci. 1924.— v.47(278) — p.p.446–458.

17. Chacko T. // Intern. J. Theor. Phys.—1974.— v.11.— № 1. — p.p.1-4;

—1975.— v.12. — №2. — p.p. 95-102.

Составные части адрона движутся внутри него по круговым орбитам со скоростью c по радиусу R , причем $m_0c^2=hc/4\pi R$ и по винтовой траектории при поступательном движении. Квантование масс покоя, получающееся суммированием внутреннего периодического движения со скоростью света c , чтобы получить энергию покоя частицы с ненулевой массой покоя, ведет к прояснению корпускулярно-волнового дуализма и механизма взаимопревращения вещества и излучения. Движение со скоростью c проявляется как инерция материальных частиц и квантование массы покоя, хотя период движения со скоростью c остается скрытым принципом неопределенности физических измерений. Только компонента скорости по оси винтовой траектории изменяется под действием силы и это соответствует изменению радиуса траектории и, таким образом, инертной массы частицы, но мгновенная скорость всегда равна c .

18. Хофштадтер Р. // УФН. — 1963. — т.81. — №1. — с. 185.

Опыты показали, что заряд, ток и магнитный момент распределены пространственно экспоненциально с характерным $r \sim 0,8 \cdot 10^{-15}$ м. Внутри протона нет “твердой сердцевины” [$\lambda = 1,3 \cdot 10^{-15}$ м].

19. 1) Шапиро И.С. // УФН. —1978. — т.125. — №4. — с.577-630.

Расстояние, характерное для аннигиляций $N \bar{N}$, есть величина, пропорциональная комптоновской длине.

2) Шапиро И.С. // УФН. — 1978. — т. 125.— №4. — с. 577-630.

Квазидра $\bar{B}B$ и $\bar{N}N$ образуют целый спектр связанных и резонансных состояний ядерного типа с дефектом масс $\ll 1$ ГэВ и расстоянием ~ 1 ф.

20. Narayan D.S., Sarma K.V.L. //Prog.Theor.Phys. Japan. —1964. — v.31.— №1. — p.p. 93-102.

При NN столкновениях объем взаимодействия $\sim (4/3)\pi (h/m_\pi c)^3$.

21. 1) Alfaro J., Saavedra I. // Lett. Nuovo Cim.—1980 — v.28. — №11. — p.p.385-389.

Полуклассическая модель тора. Ссылка на Коба и Хуанга: лептон как токовый виток с радиусом $r = 1/m$. Ток $I = e/2\pi r$ создается движением заряда электрона со скоростью c .

2) Koba Z. // Progr. Theor. Phys.— 1949.— v.4. — p. 319.

3) Huang K. // Am. J. Phys. — 1952. — v.20. — p.479.

22.1) Шрёдингер Э. // УФН. — 1977. — т. 122. — № 4. — с. 621-632.

“.. мы рассматриваем, если использовать волновую трактовку, стоячие собственные колебания.” “... частота излучения... пропорциональна разности между собственными частотами ν гипотетического колебательного процесса. Следовательно, хотя все собственные частоты много больше частот излучения, эти две величины тесно связаны друг с другом, причем последняя из них является как бы глубоким “разностным тоном” собственного колебания, протекающего со значительно большей частотой. То, что при переходе энергии от одного собственного колебания к другому появляется нечто (по моей трактовке, световая волна) с частотой, равной разности частот собственного колебания, достаточно понятно; нужно лишь предположить, что световая волна первоначально связана с биениями, появляющимися всегда при подобных переходах...”

2) Schrodinger E. //Ann.d.Phys. (Lpz.). —1926.— v.79.— Hf.4.— pp.361-376.

23. Никитин Ю.П. [и др.] // УФН. — 1977. — т. 121. — № 1 — с. 3.

В экспериментах по фоторождению векторных мезонов на нуклонах и ядрах “обнаруживается определенное сходство фотонов с адронами”.

24. Вайнберг С. // УФН. — 1976. — т. 120. — № 4. — с. 677.

“Фотон - это наиболее явный член семейства элементарных частиц, существование которых требуется обобщенной калибровочной группой, которая объединяет электромагнитные, слабые и, возможно, сильные взаимодействия.”

25. Bell A.V., Bell D. M.. // Found. Phys. — 1979. — v. 9. - № 5,6 — pp. 471-477.

Частицы никогда не аннигилируют, а трансформируются в другие частицы сохранением и перестановкой составляющих субчастиц.

26. Планк М. Единство физической картины мира. — М.: Наука, 1966. — с.69.

“Инертность лучистой теплоты впервые определена Хазенэрлем.”

27. 1) Вайскопф В. // УФН. — 1968.— т. 96. — №4. — р. 673.

1. Гипотеза о существовании нейтральных электронов;

2. Испускание фотонов возбужденными атомами составляет первую спектроскопию. Испускание возбужденным ядром квантов типа гамма или пар электрон – нейтрино составляет вторую спектроскопию. “ ... вместо того, чтобы говорить о коротко живущих формах новых частиц, их следует рассматривать как новую систему возбужденных состояний...”. “Таким образом, третья спектроскопия не только включает кванты первых двух, но и привносит свои собственные...”

2) Weisskopf V. F. // Sci. Amer.— 1968. — v. 218. — №5. — p.15.

28. Пуанкаре А. Наука и гипотеза. — Спб.: 1906.

29. Суворов С.Г. // УФН. — 1965. — т. 86. - №3 — с. 537-584.

Изменение массы движущегося тела на основе гипотезы о ее электромагнитной природе: М. Абрагам, Дж. Герглоц, П.Герц, А. Зоммерфельд и др.

30. Голдберг С. // УФН. — 1970. — т.102. — №2. — с.261-278.

31. Саврухин А.П. О нормировании масс элементарных частиц.

// Научн. Труды / МЛТИ. – 1978. — Вып. 103. — с. 176-179.

32. Саврухин А.П. Волновые свойства элементарных частиц.

// Научн. Труды/ Моск. гос. ун-т леса – 1997. — Вып.288(11). — с. 246-249.

33. Фейнман Р. КЭД – странная теория света и вещества.

/ Пер. с англ. — М.: Наука, 1988. — 144с.

34. Саврухин А.П. Квантование масс элементарных частиц и резонансов: Библиографический указатель ВИНТИ “Депонированные рукописи”. — 1980. — № 5(б.216).

35. Barut A.O.// Phys. Rev. Lett. — 1979. — v. 63. — p. 1251.

Магнитный момент как результат кругового движения заряда. Двухдионные атомы как модели адронов.

36. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.: Фейнмановские лекции по физике. Т.5. Электричество и магнетизм. — М.: Мир, 1977.

37. Пенчев П. // Годишин висш. учебни. завед. /Техн. физ. — 1975. — т. 12; 1977. — с. 17-24 .

Кинетическая энергия движущегося заряда аккумулируется посредством магнитной энергии заряда при его относительном движении.

38. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика.: Т.2 Физика элементарных частиц. —М.: Атомиздат, 1974. - 336с.

39. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике.: Т.3. Излучение. Волны. Кванты. — М.: Мир, 1967. - 238с.

“Как быть с той частью поля, которая создается зарядом и на него же действует, до сих пор не понятно.”

“Длина пути вперед, которую чувствует фотон, есть его длина волны.”

40. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. /Пер. с нем. — М.: Наука, 1990. — 400с.

Шрёдингер и Эйнштейн были убеждены, что волны материи физически реальны, а не вероятностны.

41. Зайдель А.Н. [и др.] Таблицы спектральных линий. —М.: Наука, 1969. - 784с.

42. Lewis D.T. // Lab. Pract. —1972.— v. 21. — pp. 546-48, 560.

Время Δt осуществления интерференции волн де Бройля между электроном и протоном на расстоянии R равно $\Delta t = R/2c$.

43. Липченко Ф.Р. Нетрадиционные научные идеи о природе и ее явлениях. // Сб. докладов Всесоюзной конф. ФЕНИД - 90. — Гомель, 1990. — Т. 1.

Ядерные силы более дальнедействующие, чем потенциал Юкавы, и могут деформироваться в открытые линии электромагнитного поля. О предельном переходе ядро – атом. Каждый нуклон является источником всех существующих “наружных” силовых полей: ядерных, электромагнитных, гравитационных.

Ядерные и электромагнитные поля принципиально однородны, отличаются только степенью кривизны своих метрических линий.

44. Уилер Дж. А. Предвидение Эйнштейна. — М.: Мир, 1970.

а) Предельная величина элементарных флуктуаций энергии порядка $hc/2\pi L^{*4}$, или в энергетических единицах 10^{-5} г.;

б) эти флуктуации имеют место во всем пространстве;

в) характерная величина плотности энергии, связанной с этими флуктуациями, $hc/2\pi L^{*4} \sim 10^{95}$ г/см³. Две такие флуктуации на расстоянии планковской длины $L^* \sim 10^{-33}$ см имеют энергию гравитационной связи $E_{\text{грав.}} = hc/2\pi L^*$, которая отрицательна и равна 10^{-5} г.

Вывод: индивидуальные компоненты вакуумной энергии аномально велики, однако, коллективно скомпенсированные, они оказываются вполне нормальными. Сильные, слабые и умеренные взаимодействия по своему характеру отличаются друг от друга не больше, чем различаются между собой ионные, вандерваальсовы и валентные силы. Они представляют собой относительно малый результирующий эффект от изменения энергии нулевых флуктуаций, имеющий место на субмикроскопических расстояниях.

45. Блохинцев Д.И. // УФН. – 1973. — т. 110. — № 4. — с. 481.

Длина $l \sim 10^{-33}$ см определяет величину флуктуаций метрического тензора, вызванных квантовыми флуктуациями материального поля и максимальную массу, которую может иметь частица, подчиняющаяся законам квантовой теории $\sim 10^{-5}$ г.

46. Станюкович К.П. [и др.]. О планкеонном ядре элементарных частиц. В сб.: "Проблемы теории гравитации и элементарных частиц". Вып. 2. — М.: Атомиздат, 1962.

Из справедливости теории относительности в малых масштабах следует конечность собственной энергии элементарных частиц. Внутри каждой элементарной частицы есть гравитационный ядро, возможно, ответственный за гравитационное взаимодействие частиц, по природе своей - гравитационно самоскомпенсированный объект размерами $\sim 10^{-33}$ см. Его масса порядка 10^{-5} г. Станюкович показал (ДАН СССР 1965. - т.164. - с.4), что объекты с такими параметрами называются планкеонами, намного стабильней и устойчивей любой элементарной частицы, идеально замкнуты и могут служить моделью элемента вакуума, так как они не взаимодействуют и "идеально сыпучи". Неидеальный планкеон - ядро частицы. Наблюдаемая Вселенная — слабая флуктуация материи ненаблюдаемой.

47. Гейзенберг В. //УФН — 1977 — т.121 — №4, — с.669.

Теоретическое понимание физики частиц может означать одно и только одно: понимание спектра частиц".

48. Banaigs J. [et al.] //Nuclear Physics. —1973. — v.B67. — №1 — p.p.1-36; 1976. — v. B105. —p. 52; 1971 — v.B28. — №2 — p.p.509 -527.

49. Lutz A.M. //Int.Neutrino conf. Aachen.— 1976.

Bartel W. [et.al] //Phys. Rev. Lett.— 1977— v.355A.— p.p. 481- 492.

50. Banaigs J.[et al] // Physical Review.—1985.—v.C32.— № 4 —p.p.1448 -1449.

51. Мандельстам С.// УФН, — 1970. — т. 101. — с. 463 - 469.

Траектории Редже дают ряд масс резонансов, основанный на подобии энергетическому спектру атома водорода с целым параметром $n = 1, 2, \dots$

52. Craigie N. S. // Phys. Rep.(Phys. Lett.C).—1978 – v.47.— №1—p.p. 1-108..

Если масса кварка M_Q , $\bar{Q}Q$ — возбужденное связанное состояние, $M_{\bar{Q}Q} = 2M_Q$, то интервал между массами соседних состояний, например, тяжелых Y частиц, уменьшается пропорционально массе кварка.

53. Дремин И.М., Фейнберг Е. Л. / ЭЧАЯ, — 1979 – т.10 — с. 996-1037.

Если полуголый адрон, далекий от массовой поверхности (например партон), распадается на много адронов, то этот распад можно описывать квазиклассически как постепенное расширение от начального малого объема (его характерный размер обратно пропорционален массе $\sim 1/M$).

54. Саврухин А.П., Шаблий П.Ф. Исследование особенностей спектра масс протон-антипротонных пар. Библиографический указатель ВИНТИ: "Депонированные рукописи". — 1982. — № 5.

55. Landolt-Bornstein. Neue Serie. Band 7. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg. New York.1973.

56. Flaminio V.[et al]// CERN - HERA 79-03. 15 Oct.1979.Compilation of crosssections III – p and \bar{p} induced reactions.

57. Ван-Хов Л. // УФН. — 1978. — т. 124 — №3, — с.509.

Отмечается, что узкие мезонные резонансы в области масс вблизи 2 ГэВ могут быть объяснены как узкие барион-антибарионные состояния.

58. Train J. L.[et al.]// Physical Review. —1987.— v.C35.—№4 —p.p.1288-90.

59. Азимов Я.И. [и др.] Элементарные частицы. 5-я школа физики ИТЭФ.— Вып.1. — М.: Атомиздат, 1977. — с.5-35.

60. Richter B. //Review of Modern Physics. —1977.— v.49. —p. 251.

61. Benkheiri P.[et.al.] // Physics Letters. —1977— v.B68. — №5 – p.p. 483-486.

62. Banaigs J.[et al.] // Nuclear Physics. — 1985 — v.A445 — №4 – p.p. 737-741.

63. Shahbazian B.A. et al. // Prep. JINR E1 - 11839/2, — part II.

Мультибарионные резонансы, например, $\Lambda\Lambda$, $\Lambda\Lambda p$ являются сверхплотными, сверхстранными объектами, а спектры их эффективных масс проявляют особенности вблизи масс большинства двух- и трехбарионных резонансов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Часть 1. Полевая модель частиц	6
Часть 2. Атом водорода	14
Часть 3. Превращение частиц	18
Часть 4. Квантование волновых объемов	24
Выводы	42
Литература	43