Группировка частиц вакуума в кварки

Е.Г. Якубовский.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Элементарные частицы, это группировка частиц вакуума. Покажем, что в кристаллической структуре элементарных частиц, имеется группировка из частиц вакуума, аналогов кварков, как у мезонов, так и у барионов. При этом по массе протона и нейтрона вычислена масса верхнего и нижнего кварка. Из уточненных масс кварков получены массы элементарных частиц, мезонов и барионов.

В статье [1], описан физический смысл кварков как решения уравнения сохранения энергии с учетом взаимодействия элементарных частиц и частиц вакуума. При этом в зависимости от разных координат положения равновесия описываются барионы, мезоны и лептоны. В предлагаемой статье описана структура кварков, как особого образования кристаллической решетки. При этом докажем, что кристаллическая структура это наиболее устойчивое расположение частиц с большим потенциалом, описываемым одной формулой парного взаимодействия, с помощью решения задачи N тел.

Энергия взаимодействия двух диполей с безразмерными переменными равна см. [2]

$$U = -\frac{e^2 l_\gamma}{m_\gamma c^2 r_\gamma^2} \frac{\sqrt{(\mathbf{r}_{kp}, \mathbf{d}_p)(\mathbf{r}_{kp}, \mathbf{d}_k)}}{r_{kp}^3}$$

К системе нелинейных дифференциальных уравнений сводится система уравнений движений Ньютона, описывающие в комплексной плоскости задачу движения для N диполей, под действием сильного электромагнитного поля диполей. Частицы вакуума образуют диполи. Уравнение движения с учетом сил, действующих между диполями, имеет вид

$$\frac{d^2\mathbf{r}_p}{d\tau^2}=\frac{e^2 l_\gamma}{m_\gamma c^2 r_\gamma^2}\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}[\frac{3\mathbf{r}_{kp}\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{r_{kp}^5}-$$

$$-\frac{\mathbf{d}_p\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}r_{kp}^3}-\frac{\mathbf{d}_k\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}r_{kp}^3}]=\frac{e^2 l_\gamma N}{2m_\gamma c^2 r_\gamma^2}\mathbf{f}_p=F_p(x_1,...,x_N)$$

$$\mathbf{r}_{kp}=\mathbf{r}_k-\mathbf{r}_p,\mathbf{d}_p=\mathbf{l}_p/l,$$

Где величина $\mathbf{d}_p$ будет определена позднее. Координаты положения равновесия для этой системы нелинейных уравнений при большом количестве неизвестных образуют равно отстоящие координаты положения равновесия, т.е. кристаллическую структуру. Приравнивая нулю действующую силу

$$\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}[\frac{3\mathbf{r}_{kp}\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{r_{kp}^5}-\frac{\mathbf{d}_p\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}r_{kp}^3}-\frac{\mathbf{d}_k\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}r_{kp}^3}]=0\,.$$

Для координат $\mathbf{r}_{kp}$ получим стационарное распределение, равное $\mathbf{r}_{kp}=k\mathbf{d}_k-p\mathbf{d}_p;k,p\in[-\infty,\infty]$, где $k,p\in[-\infty,\infty]$ некоторые числа, так как растяжение величины $\mathbf{d}_p$ не меняет систему уравнений. Получим нелинейное, фундаментальное уравнение относительно величин k,p. Получим уравнение

$$\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}\frac{3(k\mathbf{d}_k-p\mathbf{d}_p)\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{\{(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]\}^{5/2}}=$$

$$=\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}\frac{\mathbf{d}_p[k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]+\mathbf{d}_k[k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-p]}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}}/|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}\,.$$

Из этого уравнения получаем параллельность единичных векторов $\mathbf{d}_k=\mathbf{d}_p$, что справедливо, если приравнять нулю члены под знаком суммы. Если провести плоскость, перпендикулярную этому направлению на расстоянии $su_0/3,2su_0/3;s=-p,...,p$ на отрезке u_0, то, переходя в ортогональную систему координат, эти плоскости образуют две сферы, радиуса $u_0/3$ и $2u_0/3$.

В результате получим две частицы одну с зарядом $q=\pm 2e/3$, а другую с зарядом $q=\pm e/3$. Для первой частицы справедливо соотношение $\Delta s=\frac{(2e)^2}{9(2m)c^2}=\frac{2e^2}{9mc^2}$, а для второй частицы соотношение $\Delta s=\frac{e^2}{9mc^2}$. Таким образом, образуются мезоны, состоящие из двух элементов кварков.

Если положить $k=\pm 2si/3, s=-p,...,p$, или $k=\pm si/3, s=-p,...,p$, на расстоянии $su_0/3, \pm 2siu_0/3$, $2su_0/3, \pm siu_0/3, s=-p,...,p$, на отрезке u_0, то получим барионы, с тремя кварками и с зарядом $\pm 2e/3, \pm e/3$.

В результате умножение числа s на величину $\exp(2\pi im/3), m=-1,0,1$ получаем три разных цвета кварков.

Как поведут себя кварки в двигающейся с большой скоростью системе координат. Размер частиц вакуума не изменится из-за преобразования координат, так как частицы вакуума подчиняются преобразованию Галилея. При этом элементарные частицы подчиняются преобразованию Лоренца и размер элементарных частиц уменьшится. При этом масса частиц вакуума неизменна, а масса элементарных частиц увеличится с ростом скорости. Размер элементарных частиц равен $u_0 m/m_\gamma$ увеличится с ростом энергии частицы. Но на увеличение размера элементарных частиц накладывается сокращение размера из-за преобразования Лоренца. Следовательно, количество членов ряда, описывающих энергию элементарных частиц, увеличится, но размер элементарной частицы неизменен. Значит, расстояние между частицами вакуума u_0 сократится, при этом размер частиц вакуума неизменен. При этом часть частиц вакуума перейдет из формирования кварков в энергию электромагнитного поля большой энергии, говорят, что образуются глюоны.

При этом получаем модель для расчета элементарных частиц, расположение частиц вакуума строго определено в случае произвольной системы кварков. Потенциальная энергия p частицы вакуума равна

$$U_p = -\frac{e^2 l_\gamma}{2m_\gamma c^2 r_\gamma^2}\sum_{\substack{k=-p \\ k\neq p}}^{p}\left[\frac{1}{(k-p)^2}+\frac{1}{(k+p)^2}\right] = -\frac{1}{2}\sum_{\substack{k=-p \\ k\neq p}}^{p}\left[\frac{1}{(k-p)^2}+\frac{1}{(k+p)^2}\right].$$

Это дискретный уровень энергии кварка. Причем таких уровней энергии имеется m/m_γ. Причем частицы вакуума, как фермионы, занимают нижние уровни энергии.

Эти частицы вакуума образуют элементы кварков, а вся совокупность элементов образует кварки. При этом количество элементов кварков равно m/m_γ с индексом p, где вычисленная энергия пропорциональна mc^2, а суммарная потенциальная энергия равна

$$U_p = -\frac{mc^2}{2}\sum_{p=1}^{m/m_\gamma}\sum_{\substack{k=-p \\ k\neq p}}^{p}\left[\frac{1}{(k-p)^2}+\frac{1}{(k+p)^2}\right].$$

Где величина m это масса кварка. Например, сумма потенциальной энергии нижнего кварка равна

$$U_d = \frac{m_d c^2}{4}\sum_{p=1}^{m_d/m_\gamma}\sum_{\substack{k=-p \\ k\neq p}}^{p}\left[\frac{1}{(\frac{2k}{3}+ip)^2}+\frac{1}{(\frac{2k}{3}-ip)^2}\right] = \frac{m_d c^2}{4}\sum_{p=1}^{m_d/m_\gamma}\int_{-2p/3}^{2p/3}\left[\frac{dx}{(x+ip)^2}+\frac{dx}{(x-ip)^2}\right] =$$

$$= -\frac{m_d c^2}{2}\sum_{p=1}^{m_d/m_\gamma}\left[\frac{1}{(2p/3+ip)}+\frac{1}{(2p/3-ip)}\right] = -\frac{m_d c^2}{2}\left[\int_{2/3+i}^{(2/3+i)m_d/m_{\gamma d}}\frac{dx}{x}+\int_{2/3-i}^{(2/3-i)m_d/m_{\gamma d}}\frac{dx}{x}\right] =$$

$$\sim -m_d c^2 \ln\frac{m_d}{m_{\gamma d}} = -4.79\ln\frac{4.79\cdot 10^{-27}}{0.5\cdot 10^{-57}} = -341 Mev$$

$$U_u = -\frac{m_u c^2}{4}\sum_{p=1}^{m_u/m_\gamma}\sum_{\substack{k=-p \\ k\neq p}}^{p}\left[\frac{1}{(\frac{k}{3}+ip)^2}+\frac{1}{(\frac{k}{3}-ip)^2}\right] = -m_u c^2 \ln\frac{m_u}{m_{\gamma u}}$$

$$U_u = -m_u c^2 \ln\frac{m_u}{m_{\gamma u}} = -2\ln\frac{2\cdot 10^{-27}}{0.5\cdot 10^{-57}} = -141 Mev$$

$$U_{\Sigma n} = 2U_d + U_u = -824 Mev, E_{nkin} = (2m_d + m_u - m_n)c^2 - U_{\Sigma n} = -104 Mev$$

$$U_{\Sigma p} = U_d + 2U_u = -623 Mev, E_{pkin} = (m_d + 2m_u - m_p)c^2 - U_{\Sigma p} = -305 Mev$$

Причем мнимая часть энергии компенсируется. При этом кинетическая энергия отрицательна, что означает мнимую скорость, которая означает колебание кварков в протоне и нейтроне при среднем фиксированном значении. Суммарная по всем частицам вакуума собственная энергия кварков равна

$$E_p = (2m_d + m_u - m_p)c^2; E_n = (m_d + 2m_u - m_n)c^2$$

Отметим, что теорема вириала для мнимой скорости релятивистских энергий для нейтрона не верна, кинетическая энергия не равна половине потенциальной.

Но кинетическая энергия частиц вакуума равна нулю, так как сумма сил, действующих на каждую частицу в протоне равна нулю. По инерции частицы вакуума не могут двигаться в нуклонах, значит, либо скорость мнимая, постоянная, либо равна нулю. Но при мнимой скорости существует ускорение, которое равно нулю. Значит, скорость частиц вакуума равна нулю. Тогда масса протона и нейтрона складывается по формуле

$$\begin{aligned} m_p &= 2m_u + m_d - (2U_u + U_d)/c^2 \\ m_n &= m_u + 2m_d - (U_u + 2U_d)/c^2 \end{aligned}.$$

Следовательно, имеем

$$m_u - U_u / c^2 = m_u + m \ln \frac{m_u}{m_{\gamma u}} = 2(m_p - m_n / 2)/3$$

$$m_d - U_d / c^2 = m_d + m \ln \frac{m_d}{m_{\gamma d}} = 2(m_n - m_p / 2)/3; m = 0.9122 Mev$$

.

$$m_{\gamma u} = \rho_\gamma r_{\gamma u}^3 = \rho_\gamma (r_u r_e)^{3/2} = \rho_\gamma (\frac{1}{m_u m_e})^{3/2} \frac{8e^6}{27c^6}$$

$$m_{\gamma d} = \rho_\gamma r_{\gamma d}^3 = \rho_\gamma (r_d r_e)^{3/2} = \rho_\gamma (\frac{1}{m_d m_e})^{3/2} \frac{e^6}{27c^6}$$

		Экспериментальная масса, Mev	Вычисленная масса, Mev
Rho: ρ^+	ud	771	626
Phi: φ	ss	1020	1070
D: D^+	cd	1869.4	1861
D: D_s^+	cs	1969	2084
J/Psi: J/ψ	cc	3099	3098
B: B^-	bu	5279	5000
Upsilon: Y	bb	9460.4	9454

Таблица вычисленных и экспериментальных значений масс мезонов.

При этом для лучшего совпадения экспериментальных и теоретических данных массу b кварка изменили до значения $4.4Gev$, при имеющемся экспериментальном значении $4.1 \div 4.9Gev$, а массу c кварка до значения $1.225Gev$ при имеющемся экспериментальном значении $1.15 \div 1.35Gev$, массу s кварка до значения $0.215Gev$, при имеющемся экспериментальном значении $0.07 \div 0.12Gev$.

Построим таблицу экспериментальных и теоретических значений масс барионов

		Экспериментальная масса, Mev	Теоретическая масса, Mev
Sigma: Σ^+	uus	1189.4	1100
Delta: Δ^{++}	uuu	1232	936.4
Xi: Ξ^0	uss	1315	1382
Omega: Ω^-	sss	1672	1605
Lambda: Λ_{c+}	udc	2281	2173

При этом мнимая часть числа имеет определенный смысл, означает колебание с амплитудой, равной мнимой части. Сложение комплексносопряженных величин уничтожает синхронные колебания с одинаковой амплитудой и противоположными фазами.

Масса кварков в составе элементарных частиц, вычисленная по формуле $m_k + m\ln\frac{m_k}{m_{\gamma k}}, k = u,d,c,s,b,t; m = 0.9122 Mev$ приведена в таблице

m_u,Mev	m_d,Mev	m_c,Mev	m_s,Mev	m_b,Mev	m_t,Mev
312.3	313.6	1549.6	535.6	4727.5	175336

Имеем уравнения, определяющие равенство нулю сил, действующих на каждую частицу вакуума в нуклоне

$$\sum_{\substack{k=-\infty \\ k\neq p}}^{\infty} [\frac{1}{(k-p)^3} + \frac{1}{(k+p)^3}] = 0, p = -N,...,N$$

При любом p эта сумма равна нулю, и это приведет к удовлетворению системе нелинейных уравнений с величиной k,p,q, образующим арифметическую прогрессию. Т.е. получаем равноотстоящие координаты положения равновесия.

Если не приравнивать нулю члены под знаком суммы, то получим нелинейное уравнение, описывающее элементарные частицы без образования кварков

$$\sum_{\substack{k=-N \\ k\neq p}}^{N} \frac{3(k\mathbf{d}_k - p\mathbf{d}_p)\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p) - p][k - p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2 + 2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}} =$$

$$= \sum_{\substack{k=-N \\ k\neq p}}^{N} \frac{\mathbf{d}_p[k - p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)] + \mathbf{d}_k[k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k) - p]}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k) - pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}} / |(k-p)^2 + 2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}$$

Если рассматривать решение уравнения общего вида, то определятся значения $\mathbf{d}_P = \mathbf{d}_P(p,k_{-N},...,k_N), k_n = n$ при целых значениях p,k. Причем будут выделено счетное количество направлений $\mathbf{d}_p$, вдоль которых имеется дискретная структура. Дефекты в кристалле связаны с соотношением неопределенности, когда невозможно определить координату частицы. Запишем систему нелинейных уравнений

$$\sum_{\substack{k=-N \\ k\neq p}}^{N} \mathbf{d}_k \{ \frac{3k\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}} - \frac{k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-p}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}} /$$

$$/|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}\} + \mathbf{d}_p \{ \frac{-3p\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}} -$$

$$-\frac{k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}} /|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}\}$$

$$\sum_{k=-N}^{N}(A_{pk}+\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk})\mathbf{d}_{k\alpha}=0$$

Эта система нелинейных уравнений имеет $2N+1$ разных комплексных значений $\mathbf{d}_k$. Т.е. имеем $3(2N+1)^2$ значений $\mathbf{d}_{k\alpha}, k, \alpha=-N,...,N$. Для существования не нулевого решения этой задачи имеем нулевое значение определителя $|A_{pk}+\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk}|=0$.

Начальное приближение значения определителя определяется при условии $(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)=\delta_{pk}$. Из равенства нулю определителя определяем начало отсчета кристаллической решетки. Каждому направлению, зависящему от величины α кристаллической решетки, соответствует свое начала отсчета. При определителе равном нулю, определяем с точностью до множителя $\mathbf{d}_{k\alpha}$, нормированного на единицу.

Причем величины удовлетворяют условию $(\mathbf{d}_{k\alpha})_x=(\mathbf{d}_{k\alpha})_y=(\mathbf{d}_{k\alpha})_z$. Сделаем ортогональное преобразование координат, получим те же проекции $(\mathbf{d}_{k\alpha})_x=(\mathbf{d}_{k\alpha})_y=(\mathbf{d}_{k\alpha})_z$, направленные под углом $\pi/4$ относительно декартовых осей системы координат. Построим плоскость, ортогональную этим векторам. Пересечение этих плоскостей образует сферы радиусом n, расстояние между сферами определяется, периодом равным единице, вернее вычисленной амплитудой колебаний u_0. Центр сферы произволен. Так же как в ОТО, где расширение пространства идет из произвольной точки, периодичность сферического решения исходит из произвольной точки, выбранной за начало координат.

Если выбрать систему координат, то определятся направления $\mathbf{d}_{k\alpha}$, в которых решение будет периодическим, с периодом единица, вернее равным u_0. Причем величины $\mathbf{d}_{k\alpha}$ окажутся комплексные, т.е. пространство микромира является комплексным. При этом в действительном пространстве имеется колебание или вращение с амплитудой $\mathrm{Im}\mathbf{d}_{k\alpha}$.

Можно конечно и в этом случае определить $k = \pm 2si/3, s = -p,..., p$, или $2k = \pm si/3, s = -p,..., p$, на расстоянии $su_0/3, \pm 2siu_0/3$, $2su_0/3, \pm siu_0/3, s = -p,..., p$, на отрезке u_0, то получим лептоны, с тремя кварками и с зарядом $\pm 2e/3, \pm e/3$. Но тогда кварк будет иметь сложную структуру с энергией

$$E_p = -\sum_{k=-N}^{N} [\frac{\sqrt{[k(\mathbf{d}_k, \mathbf{d}_p) - p][k - p(\mathbf{d}_p, \mathbf{d}_k)]}}{\{(k-p)^2 + 2kp[1 - (\mathbf{d}_k, \mathbf{d}_p)]\}^{3/2}} + \frac{\sqrt{[k(\mathbf{d}_k, \mathbf{d}_{-p}) + p][k + p(\mathbf{d}_{-p}, \mathbf{d}_k)]}}{\{(k+p)^2 - 2kp[1 - (\mathbf{d}_k, \mathbf{d}_{-p})]\}^{3/2}}]$$

Разной у разных ветвях решения $\mathbf{d}_{k\alpha}$ получим разное значение энергии у кварка, и его нельзя рассматривать как одну частицу.

Выводы

Кварки являются особым видом кристаллической структуры, образующей элементарные частицы из частиц вакуума. При этом эти структуры состоят из двух образований (образуя мезоны), из трех образований (образуя барионы), или из бесконечного числа образований (образуя лептоны).

Литература

1. Е.Г. Якубовский Физический смысл кварков. «Энциклопедический фонд России», 2015, 10стр. http://russika.ru/userfiles/390_1460431730.pdf
2. *Якубовский Е.Г.* ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016,т.2, стр.58-80, http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf