ДОБАВЛЕНИЕ, СДЕЛАННОЕ В СЕРЕДИНЕ 1978 г.

Хотя кварки до сих пор не обнаружены [4], последние эксперименты, а также теоретические работы говорят в пользу кварковой модели адронов, включающей цветовые степени свободы. Возможность приписать кваркам целочисленные заряды, о которой упоминалось в § 4, не получила перевеса над гипотезой дробных зарядов [формула (12.8)]. Но она и не исключается полностью. По аналогии с электродинамикой теория, описывающая взаимодействие между цветными объектами, называется хромодинамикой. Частица, аналогичная фотону в электродинамике, называется глюоном. Все составляющие адрона именуются «партонами». Для описания кварковых состояний u, d, s и c был введен термин «аромат». Таким образом, внутренние состояния кварков описываются векторами прямого произведения пространства ароматов и пространства цветов. В качестве же группы симметрии используется группа $SU_4 \times SU_3$. Однако кварковая картина все еще далека от завершения: открытие U-мезона делает необходимым увеличение числа ароматов до пяти, а, возможно, и до шести. Два новых гипотетических кварка получили названия b- и t-кварков.

ЛИТЕРАТУРА

Относительно ядерных супермультиплетов можно рекомендовать раннюю работу

1. *Wigner E. P., Feenberg E.*, Rep. Prog. Phys., 8, 274 (1941)

и анализ более позднего времени

2. *Franzini P., Radicati L. A.*, Phys. Fev. Lett., 6, 322 (1963).

Применение группы SV_6 в физике элементарных частиц рассматривается в работах [2, 3] из литературы к гл. 11. Прекрасный обзор по новым частицам дан в работе

3. *Goldhaber A. S., Smith J.*, Rep. Prog. Phys., 38, 731 (1975).

В этом обзоре затронуты вопросы существования кварков, имеется большая библиография по кварковым моделям, а также рассматриваются вопросы, связанные с цветом и очарованием.

4*. *Jones L. W.*, Rev. Mod Phys., 49, 717 (1977).

5*. Nucl. Phys., A152, 32 (1970).

ЗАДАЧИ

12.1. Обобщая формулы (11.1), выпишите в базисе $p^{\uparrow}$, $n^{\uparrow}$, $p^{\downarrow}$, $n^{\downarrow}$ пятнадцать эрмитовых 4×4-матриц. Представьте их в виде линейных комбинаций операторов s_q, t_q и $\mathsf{Y}_{qq'}=\mathsf{s}_q\mathsf{t}_{q'}$.

12.2. С учетом свойств спиновых матриц s_q и t_q покажите, что $[\mathsf{S}_x, \mathsf{Y}_{xq}]=0$, $[\mathsf{S}_x, \mathsf{Y}_{yq}]=i\mathsf{Y}_{zq}$, $[\mathsf{Y}_{xy}, \mathsf{Y}_{yz}]=0$, $[\mathsf{Y}_{xy}, \mathsf{Y}_{xz}]=i\mathsf{t}_x$.

12.3. Выписав соответствующие произведения одночастичных векторов состояния, покажите, что значения $(PP'P'')$ для трех представлений группы SU_4 [формула 12.5)] таковы: $(^3/_2\,^3/_2\,^3/_2)$, $(^3/_2\,^1/_2\,^1/_2)$ и $(^1/_2\,^1/_2\,-^1/_2)$.

12.4. Рассуждая так, как в гл. 8, § 6, п. Д; гл. 10, § 1, п. А и гл. 12, § 1, покажите, что в ядре с тремя валентными нуклонами на p-орбитах низшие состояния с $T={}^1/_2$ в случае LS-связи должны иметь $S={}^1/_2$ с $L=1$ или $L=3$, тогда как низшие состояния с $T={}^3/_2$ имеют $S={}^1/_2$ с $L=1$ или $L=2$.

12.5. Методом, изложенным в гл. 11, § 6, докажите, что $\mathsf{D}^{(10)}\otimes\mathsf{D}^{(20)}=\mathsf{D}^{(30)}\oplus\mathsf{D}^{(11)}$, и выведите отсюда, что

$$\mathsf{D}^{(10)}\otimes\mathsf{D}^{(10)}\otimes\mathsf{D}^{(10)}=\mathsf{D}^{(30)}\oplus 2\mathsf{D}^{(11)}\oplus\mathsf{D}^{(00)}.$$

12.6. Покажите, что в предыдущей задаче представление $\mathsf{D}^{(00)}$ полностью антисимметрично, $\mathsf{D}^{(30)}$ полностью симметрично, а $\mathsf{D}^{(11)}$ обладает смешанной симметрией по отношению к перестановкам сомножителей.

12.7. Пользуясь методами, изложенными в § 3, постройте кварковые волновые функции для Σ^+- и Λ-частиц. Рассматривайте только состояния с $M_S={}^1/_2$.