ЯФ, 1966, т. 3, №5, с. 910-917. 16/IX-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р-2278

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

О.Г. Боков, Нгуен Ван Хьеу, К.В. Рерих,
А.Н. Тавхелидзе, А.А. Хелашвили

ЛЕПТОННЫЕ РАСПАДЫ БАРИОНОВ В УНИВЕРСАЛЬНОЙ V-A-ТЕОРИИ

1965

Р - 2278

О.Г. Боков, Нгуен Ван Хьеу, К.В. Рерих,
А.Н. Тавхелидзе, А.А. Хелашвили

ЛЕПТОННЫЕ РАСПАДЫ БАРИОНОВ В УНИВЕРСАЛЬНОЙ V-A- ТЕОРИИ

Направлено в "Ядерную физику"

1. Введение

Лептонные распады барионов рассматривались в ряде работ. Так, например, в работе Биленького и др.[1] был рассмотрен β-распад нейтрона с учетом эффекта слабого магнетизма в приближении порядка Δ/M, где Δ – разность масс нейтрона и протона. В работах Белова и др.[2] и Харингтона[3] были получены выражения для дифференциальных вероятностей распадов гиперонов с испусканием вторичных частиц с заданной энергией при данном угле вылета. Однако такие двойные дифференциальные эффекты трудно измерять на опыте; поэтому представляет интерес получить выражения для отдельных дифференциальных эффектов: $\ell\tilde{\nu}$ угловой корреляции, энергетических спектров и асимметрии в угловом распределении вторичных частиц, а также выражения для полной вероятности. Последние эффекты также были рассмотрены в работах[2-5] в приближении зависимости формфакторов от передачи импульса, а также при определенных предположениях относительно формфакторов.

В последнее время интерес к изучению лептонных распадов барионов возрос в связи с развитием теории симметрий сильных взаимодействий. В рамках схем симметрий существуют различные соотношения между формфакторами, которые могут быть проведены на основе изучения лептонных распадов барионов.

В настоящей работе мы рассматриваем лептонные распады барионов в рамках $V-A$ – теории с учетом линейной зависимости формфакторов от передачи импульса k^2. Мы получаем выражения для полной вероятности распадов и вышеуказанных дифференциальных эффектов. Эти результаты будут использованы в следующей работе, где на основе конкретных схем симметрии сильных взаимодействий будут получены явные выражения для формфакторов рассматриваемых процессов и будет проведено сравнение с опытом.

2. Матричный элемент и формфакторы

Рассмотрим распады типа

$$A \to B + \ell^- + \tilde{\nu}, \qquad (1)$$

где A и B – барионы, ℓ^- – электрон или μ^--мезон, например,

$$n \to p + e^- + \tilde{\nu}\,, \qquad (\mathrm{I})$$

$$\Sigma^- \to \Lambda + e^- + \tilde{\nu} \qquad (\mathrm{II})$$

$$\Lambda \to p + e^- + \tilde{\nu} \ (\mathrm{III}_e), \quad \Lambda \to p + \mu^- + \tilde{\nu}\,, \qquad (\mathrm{III}_\mu)$$

$$\Sigma^- \to n + e^- + \tilde{\nu} \ (\mathrm{IV}_e), \quad \Sigma^- \to n + \mu^- + \tilde{\nu}\,, \qquad (\mathrm{IV}_\mu)$$

$$\Xi^- \to \Lambda + e^- + \tilde{\nu} \ (\mathrm{V}_e), \quad \Xi^- \to \Lambda + \mu^- + \tilde{\nu}\,, \qquad (\mathrm{V}_\mu)$$

$$\Xi^- \to \Sigma^0 + e^- + \tilde{\nu} \ (\mathrm{VI}_e), \quad \Xi^- \to \Sigma^0 + \mu^- + \tilde{\nu}\,, \qquad (\mathrm{VI}_\mu)$$

$$\Xi^0 \to \Sigma^+ + e^- + \tilde{\nu} \ (\mathrm{VII}_e), \quad \Xi^0 \to \Sigma^+ + \mu^- + \tilde{\nu}\,. \qquad (\mathrm{VII}_\mu)$$

В дальнейшем мы покажем, что некоторые результаты, относящиеся к процессу II применимы также к процессу

$$\Sigma^+ \to \Lambda + e^+ + \nu\,.$$

Обозначим через p_A, p_B, p_e, p_ν и m_A, m_B, m_e 4-импульсы и массы соответствующих частиц в процессе (1). Из соображений инвариантности следует, что в $V-A$ -теории матричный элемент имеет вид[x/]

$$M = \frac{G}{\sqrt{2}}\,\bar{u}_e(\vec{p}_e)\,\gamma_\mu\,(1+\gamma_5)\,v_\nu(-\vec{p}_\nu)\times \tag{2}$$

$$\times\,\bar{u}_B(\vec{p}_B)[f_1(k^2)\gamma_\mu + f_2(k^2)\sigma_{\mu\nu}k_\nu + if_3(k^2)k_\mu + g_1(k^2)\gamma_\mu\gamma_5 + g_2(k^2)\sigma_{\mu\nu}\gamma_5 k_\nu + ig_3(k^2)k_\mu\gamma_5]\,u(\vec{p}_A),$$

где

$$k = p_A - p_B = p_e + p_\nu\,.$$

Для удобства вычислений введем новые обозначения для формфакторов:

$$F_1 = f_1 + (m_A + m_B) f_2\,, \quad G_1 = g_1 - (m_A - m_B) g_2\,, \tag{3}$$

$$F_2 = -2f_2\,,\ F_3 = f_2 + f_3\,, \quad G_2 = -2g_2\,,\ G_3 = g_2 + g_3\,.$$

Положим $\delta = k^2 + m_e^2$. В рассматриваемых процессах δ меняется в пределах от 0 до $-[(m_A - m_B)^2 - m_e^2]$. В этом интервале формфакторы мало изменяются. Поэтому для формфакторов и их квадратов мы пользуемся следующим приближением:

[x/] Относительно обозначений см. книгу А.И. Ахиезера и В.Б. Берестецкого "Квантовая электродинамика". Физматгиз, 1959.

$$F_i(k^2) \approx F_i(-m_e^2) + \delta\left[\frac{dF_i(k^2)}{dk^2}\right]\Big|_{k^2=-m_e^2}\,,$$

$$F_i(k^2)F_j^*(k^2) \approx F_i(-m_e^2)F_j^*(-m_e^2) + \delta\left\{\frac{d}{dk^2}[F_i(k^2)F_j^*(k^2)]\right\}_{k^2=-m_e^2} \qquad (4)$$

$$(i,j = 1,2,3)$$

и аналогично для $G_i(k^2)$. Усредняя квадрат матричного элемента (2) по спиновым состояниям частиц и интегрируя по соответствующим переменным, мы получим выражения для различных эффектов. В дальнейшем будем записывать выражения для эффектов в системе покоя распадающейся частицы, используя обозначения

$$a = \frac{(m_A^2 - m_e^2)^2}{m_B^4}\,, \quad b = 2\cdot\frac{m_A^2 + m_e^2}{m_B^2}\,, \quad d = \frac{m_A}{m_B}\,, \quad e = \frac{m_e}{m_B}\,,$$

$$\alpha = \frac{(m_A^2 - m_B^2)^2}{m_B^4}\,, \quad \beta = 2\cdot\frac{m_A^2 + m_B^2}{m_B^2}\,. \qquad (5)$$

3. Энергетический спектр барионов отдачи

Обозначим через E_B энергию бариона B . Для энергетического спектра бариона B имеем следующее выражение:

$$W(E_B) = \frac{dW}{dE_B} = \frac{G^2}{(4\pi)^3}\, 2\cdot\left(\frac{m_B^2}{m_A}\right)^2 \cdot \qquad (6)$$

$$\{a_{ij}A_k^{ij} + b_{ij}B_k^{ij} + c_{ij}C_k^{ij} + d_{ij}D_k^{ij} + e_{ij}E_k^{ij} + h_{ij}H_k^{ij}\}\,\phi^{(k)}(x)\,,$$

где

$$a_{ij} = \mathrm{Re}\left\{F_i(k^2)F_j^*(k^2) + m_e^2\frac{d}{dk^2}[F_i(k^2)F_j^*(k^2)]\right\}_{k^2=-m_e^2}\,,$$

$$b_{ij} = \mathrm{Re}\left\{\frac{d}{dk^2}[F_i(k^2)F_j^*(k^2)]\right\}_{k^2=-m_e^2}\,,$$

$$e_{ij} = \mathrm{Re}\left\{F_i(k^2)G_j^*(k^2) + m_e^2\frac{d}{dk^2}[F_i(k^2)G_j^*(k^2)]\right\}_{k^2=-m_e^2}\,, \qquad (7)$$

$$h_{ij} = \mathrm{Re}\left\{\frac{d}{dk^2}[F_i(k^2)G_{ij}^*(k^2)]\right\}_{k^2=-m_e^2}\,,$$

$$(i,j = 1,2,3)\ ,$$

а e_{ij} и d_{ij} получаются из a_{ij} и b_{ij} соответственно заменой F_{ij} на G_{ij}.

Функции $\phi^{(k)}(x)$ определяют форму спектра и имеют вид:

$$\phi^{(k)}(x) = \sqrt{x^2 + \beta x + \alpha}\left(\frac{x+e^2}{x^2}\right)^2 x^k \quad (k = 1,2,...,6)\ , \tag{8}$$

$$x = -\frac{m_A^2 + m_B^2}{m_B^2} + \frac{2m_A}{m_B^2} E_B\ ,\quad m_B \le E_B \le E_B^{max} = \frac{m_A^2 + m_B^2 - m_e^2}{2m_A}\ . \tag{9}$$

Здесь A_k^{ij} можно записать в виде строк с шестью элементами (по числу значений k):

$$A_k^{11} = \frac{2}{3} m_B^2 \cdot \left(-e^2\alpha,\ \frac{\alpha}{2} - \frac{\beta e^2}{4},\ \frac{2e^2-\beta}{4} + 3d,\ -1,0,0\right),$$

$$A_k^{22} = \frac{m_B^4}{12}\left(-2\alpha e^2 (d+1)^2,\ (d+1)^2(\alpha - 4\sqrt{\alpha}e^2 - 2d^2e^2) - 2\alpha e^2,\ (d+1)^2(2\sqrt{\alpha} + 4d^2 - 2e^2) + \right.$$

$$\left. + \alpha - 4e^2\sqrt{\alpha} - 2d^2e^2,\ (d+1)^2 - 2e^2 + 2\sqrt{\alpha} + 4d^2,\ 1,\ 0\right),$$

$$A_k^{33} = -\frac{m_B^4}{2} e^2 \left(0,0,\ (1+d)^2,\ 1,0,0\right),$$

$$A_k^{12} = \frac{m_B^3}{2}\left(-2e^2\alpha(1+d),\ \alpha(1+d) - 4e^2\sqrt{\alpha} - e^2\left(2d^2 + \frac{\beta d}{2}\right),\ 2\sqrt{\alpha} - 2e^2 + de^2 + 4d^2 + \beta d,\right. \tag{10}$$

$$\left. 1+d,\ 0,0\right),$$

$$A_k^{13} = -\frac{m_B^2}{2} e^2 \left(0,\ (1+d)\sqrt{\alpha},\ 1-d,\ 0,0,0\right),$$

$$A_k^{23} = -\frac{m_B^4}{4} e^2\left(0,\ (d+1)^2\sqrt{\alpha},\ (d+1)^2 + \sqrt{\alpha},\ 1,0,0\right),$$

$$E_k^{ij} = 0\ .$$

C_k^{ij} – получаются из A_k^{ij} следующей заменой:

$$C_k^{ii} = \left(A_k^{ii}\right)_{m_B \to -m_B} (i = 1,2,3);\quad C_k^{12} = -\left(A_k^{12}\right)_{m_B \to -m_B}\ ;$$

$$C_k^{13} = -\left(A_k^{13}\right)_{m_B \to -m_B};\qquad C_k^{23} = \left(A_k^{23}\right)_{m_B \to -m_B}\ ; \tag{11}$$

$$B_k^{ij} = m_B^2 A_{k-1}^{ij}\ ,\quad D_k^{ij} = m_B^2 C_{k-1}^{ij}\ ,\quad B_1^{ij} = D_1^{ij} = 0\ , \tag{12}$$

$$H_k^{ij} = E_k^{ij} = 0\ . \tag{13}$$

Равенства (13) показывают, что в выражении для спектра барионов отдачи не возникают интерференционные члены между формфакторами векторного тока и формфакторами аксиального тока, что находится в согласии с теоремой Вайнберга /6/.

4. Энергетический спектр заряженных лептонов

Выражение для лептонного спектра имеет вид:

$$W(E_e) = \frac{dW}{dE_e} = \frac{G^2}{(4\pi)^3} \cdot 2\left(\frac{m_B}{m_A}\right)^2 \cdot$$

$$\cdot \left\{ a_{ij} A_k^{ij} + b_{ij} B_k^{ij} + c_{ij} C_k^{ij} + d_{ij} D_k^{ij} + e_{ij} E_k^{ij} + h_{ij} H_k^{ij} \right\} \Phi^{(k)}(x), \tag{14}$$

где a, b и т.д. определяются соотношениями (7), а

$$\Phi^{(k)}(x) = \sqrt{x^2 + bx + a}\left(\frac{x+1}{x^2}\right)^2 x^k \quad (k = 0,1,2,...,6)\ , \tag{15}$$

$$x = -\frac{m_A^2 + m_e^2}{m_B^2} + \frac{2m_A}{m_B^2} E_e\ ,\quad m_e \le E_e \le E_e^{max} = \frac{m_A^2 + m_e^2 - m_B^2}{2m_A}\ . \tag{16}$$

Здесь величины A_k^{ij}, B_k^{ij} и т.д. в записи, аналогичной (10), имеют вид:

$$A_k^{11} = \frac{m_B^2}{6}\left(0,\ -2a,\ a - \frac{b}{2} - 6d\sqrt{a},\ -\frac{7}{2}b - 6d + 1,\ -8,0,0\right);$$

$$A_k^{22} = -\frac{m_B^4}{2}\left(0,\ \frac{ae^2}{3},\ -\frac{\sqrt{a}}{3}\left(\frac{b}{2} - \sqrt{a} + d^2\right) - \frac{1}{6}e^2\sqrt{a}(\sqrt{a} + 2 + 6d) + \frac{bd^2}{12},\right.$$

$$-\frac{\sqrt{a}}{3} + \frac{\sqrt{a} + 2 + 6d}{6}\left(\frac{b}{2} - \sqrt{a} + d^2\right) + \frac{e^2\sqrt{a}}{6} + \frac{d^2(b+2)}{12}, \tag{17}$$

$$\left.\frac{6d + 2\sqrt{a} + 2 - \frac{b}{2}}{6},\ -\frac{1}{6},\ 0\right);$$

$$A_k^{33} = -m_e^2 \frac{m_B^2}{2}\left(0,\ \frac{a}{3},\ \frac{b}{12} - d\sqrt{a} - \frac{a}{6},\ \frac{b}{12} - d - \frac{1}{6},\ \frac{1}{3},\ 0,0\right);$$

$$A_k^{12} = -\frac{m_B^3}{2}\left(0,0,-e^2\sqrt{a},\ 2e^2+d^2+\frac{bd}{2},\ 1+d,\ 0,0\right);$$

$$A_k^{13} = -m_e^2\frac{m_B}{2}\left(0,0,-\sqrt{a},\ 1+2d,0,0,0\right);$$

$$A_k^{23} = -m_e^2\frac{m_B^2}{12}\left(0,2a,2d^2-6d\sqrt{a}-4\sqrt{a}-a,6d+2d^2+2+2\sqrt{a},-1,0,0\right);$$

$$B_k^{11} = -\frac{m_B^4}{24}\left(3a\sqrt{a},b\sqrt{a}-3a-2a\sqrt{a}+8ad+2d^2\sqrt{a},a\sqrt{a}+2a-\sqrt{a}+4b\sqrt{a}-\right.$$

$$-b+2bd-4ad+2d^2,\ 10\sqrt{a}-4d-2d^2\sqrt{a}+1+2bd-3b\sqrt{a}-4b-a,$$

$$\left.8d-2d^2-7\sqrt{a}-10+3b,7,0\right);$$

$$B_k^{22} = \frac{m_B^6}{12}\left(\frac{3a\sqrt{a}}{4}\left(d^2-\frac{b}{2}\right),2ade^2+\frac{d^4\sqrt{a}}{2}-\frac{d^2b\sqrt{a}}{2}+\frac{3}{4}a(2e^2+d^2)+\frac{a+3\sqrt{a}}{2}e^2\sqrt{a},\right.$$

$$2d(a-b\sqrt{a})-ade^2+\frac{bd^3}{2}-\frac{bd^2\sqrt{a}}{2}+2d^2e^2+\frac{d^4}{2}(1+2\sqrt{a})+\frac{3a}{4}-\frac{a+3\sqrt{a}}{2}(2e^2+d^2)-$$

$$-\frac{a+3+4\sqrt{a}}{4}e^2\sqrt{a},\ 2d^3+d(b-4\sqrt{a})+\frac{d^3}{2}(b+2)-d(a-b\sqrt{a})+d^2+2e^2d^2+$$

$$+d^4(1+\sqrt{a})+\frac{a+3+4\sqrt{a}}{4}(2e^2+d^2)+\frac{\sqrt{a}+1}{2}e^2\sqrt{a}-\frac{a+3\sqrt{a}}{2},$$

$$2d-d\left(\frac{b}{2}-2\sqrt{a}\right)+d^2+\frac{d^4}{2}+\frac{a+3+4\sqrt{a}}{4}-\frac{1+\sqrt{a}}{2}(d^2+2e^2)-\frac{e^2\sqrt{a}}{4},$$

$$\left.\frac{b}{8}-d-\frac{3\sqrt{a}}{4}+\frac{d^2}{4}-\frac{1}{2},\ \frac{1}{4}\right);$$

$$B_k^{33} = -m_e^2\frac{m_B^4}{12}\left(\frac{3a\sqrt{a}}{4},d^2\sqrt{a}+\frac{b\sqrt{a}}{4}-2ad-\frac{3a}{4}-\frac{a\sqrt{a}}{2},\right.$$

$$ad+d^2(1+2\sqrt{a})-\frac{bd}{2}+\frac{a\sqrt{a}}{4}+\frac{a}{2}-\frac{\sqrt{a}}{4}-\frac{b}{4},$$

$$\left.d+d^2(2+\sqrt{a})+\frac{\sqrt{a}}{2}-\frac{a}{4}-\frac{b\sqrt{a}}{4}+\frac{1}{4},\ d^2-2d-\frac{3\sqrt{a}}{4}+\frac{b}{4},\ \frac{3}{4},\ 0\right);$$

$$B_k^{12} = -\frac{m_B^5}{12}\left(0,-2ae^2,2b\sqrt{a}-ad^2+\frac{ab}{2}-2a-\frac{bd^2}{2}-d^3\sqrt{a}+bd\sqrt{a},\right.$$

$$4\sqrt{a}+a-\frac{bd^2}{2}-3d^2-b\sqrt{a}-b-d^3(1+\sqrt{a})-4de^2-\frac{bd\sqrt{a}}{2},$$

$$\left.\frac{b}{2}-2\sqrt{a}-2-2d-d^3+2de^2,\ 1+d,\ 0\right);$$

$$B_k^{13} = -m_e^2\frac{m_B^3}{12}\left(0,-2a,3d\sqrt{a}-2d^2+4\sqrt{a}+a,-3d(1+\sqrt{a})-2d^2-2-2\sqrt{a},\right.$$

$$\left.3d+1,\ 0,\ 0\right);$$

$$B_k^{23} = -m_e^2\frac{m_B^4}{48}\left(3a\sqrt{a},8d^2\sqrt{a}-8ad-9a-2a\sqrt{a},\right.$$

$$16d\sqrt{a}+4ad-8d^3+8d^2\sqrt{a}-8d^2+9\sqrt{a}+6a+a\sqrt{a},$$

$$\left.-8d(1+\sqrt{a}+d^2+d)-3(1+2\sqrt{a}+a),4d+2+3\sqrt{a},-1,0\right).$$

$C_k^{ij}(D_k^{ij})$ получаются из $A_k^{ij}(B_k^{ij})$ заменой

$$A_k^{11}(B_k^{11}) = C_k^{11}(D_k^{11})|_{m_B=-m_B},\quad A_k^{23}(B_k^{23}) = C_k^{23}(D_k^{23})|_{m_B=-m_B},$$

$$A_k^{12}(B_k^{12}) = -C_k^{12}(D_k^{12})|_{m_B=-m_B},\quad A_k^{13}(B_k^{13}) = -C_k^{13}(D_k^{13})|_{m_B=-m_B}, \tag{18}$$

$$E_k^{11} = -\frac{m_B^2}{3}\left(0,2a,\frac{b}{2}-a,-1-\frac{5}{2}b,-4,0,0\right),$$

$$H_k^{11} = \frac{m_B^4}{12}\left(-3a\sqrt{a},\ 2a\sqrt{a}+a-4e^2\sqrt{a},\ 4e^2+4e^2\sqrt{a}+3\sqrt{a}+b\sqrt{a}-a\sqrt{a},\right.$$

$$\left.a-3b\sqrt{a}-2\sqrt{a}-8e^2-1,\ 12e^2-2+\sqrt{a},5,0\right), \tag{19}$$

$$E_k^{ij}|_{\substack{i=j\neq 1\\ i\neq j}} = H_k^{ij}|_{\substack{i=j\neq 1\\ i\neq j}} = 0.$$

5. Угловая корреляция лептонов

Оставляя в качестве независимой переменной угол между направлениями вылета заряженного лептона и нейтрино, получим следующее выражение для угловой корреляции лептонов:

$$W(\cos\theta_{e\tilde{\nu}}) = \frac{dW}{d(\cos\theta_{e\tilde{\nu}})} =$$

$$= \frac{G^2}{(2\pi)^3}\{a_{ij}\, A^{ij}_{\alpha\beta} + b_{ij}\, B^{ij}_{\alpha\beta} + c_{ij}\, C^{ij}_{\alpha\beta} + d_{ij}\, D^{ij}_{\alpha\beta} + e_{ij}\, E^{ij}_{\alpha\beta} + h_{ij}\, H^{ij}_{\alpha\beta}\} \cdot$$

$$\cdot (-1)^n m_A^{\beta} (\cos\theta_{e\tilde{\nu}})^n \cdot M_{\alpha\beta n} \tag{21}$$

$$(i,j = 1,2,3;\quad \alpha,\beta = 0,1,2,3;\quad n = 0,1,2,\ldots).$$

Здесь

$$M_{\alpha\beta n} = \int\limits_{m_e}^{E_e^{max}} \frac{(n+1)(n+2)\ldots(n+\beta+1)E_e^{\alpha}(E_e^2 - m_e^2)^{\frac{n+1}{2}}(E_e^{max} - E_e)^{\beta+1}}{(m_A - E_e)^{n+\beta+2}}\, dE_e \,. \tag{22}$$

Отличные от нуля элементы матрицы таковы (α – номер строки, β – номер столбца):

$$A^{11}_{00} = m_A^2 m_B E_0\,,\ A^{11}_{01} = m_A^2(E_0 - m_B) - m_A m_e^2\,,\ A^{11}_{02} = -m_A^2\,,$$

$$A^{11}_{10} = m_A^2(E_0 - m_B)\,,\ A^{11}_{20} = -m_A^2\,,\ A^{22}_{00} = m_A^4(m_A + m_B)E_0\,,$$

$$A^{22}_{01} = -m_A^4(E_0 + m_A + m_B)\,,\ A^{22}_{02} = m_A^4\,,\ A^{22}_{10} = -m_A^4(E_0 + m_A + m_B)\,, \tag{23}$$

$$A^{22}_{11} = 2m_A^3(2m_A + m_B)\,,\ A^{22}_{12} = -2m_A^3\,,\ A^{22}_{20} = m_A^4\,,\ A^{22}_{21} = -2m_A^3\,,$$

$$A^{33}_{00} = -m_A^2 m_e^2(m_A + m_B)E_0\,,\ A^{33}_{01} = m_A^2 m_e^2(m_A + m_B + E_0)$$

$$A^{33}_{02} = -m_A^2 m_e^2\,,\ A^{33}_{10} = m_A^2 m_e^2(m_A + m_B + E_0)\,,\ A^{33}_{11} = -2m_A^2 m_e^2\,,$$

$$A^{12}_{00} = +m_A^3(m_A + m_B)E_0\,,\ A^{12}_{01} = -m_A^3(m_e^2 + m_A^2 + m_A m_B)\,,$$

$$A^{12}_{10} = -m_A^3(m_A + m_B)\,,\quad A^{12}_{11} = 2m_A^2(m_A + m_B)\,,$$

$$A^{13}_{00} = m_A^2 m_e^2 E_0\,,\quad A^{13}_{01} = m_A m_B m_e^2\,,\quad A^{13}_{10} = -m_A^2 m_e^2\,,$$

$$A^{23}_{01} = m_A^2 m_e^2(m_A + m_B)\,,\quad A^{23}_{02} = -m_A^2 m_e^2\,,\quad A^{23}_{11} = -m_A^2 m_e^2\,,$$

$$(E_0 = E_e^{max})\,. \tag{24}$$

$$C^{11}_{\alpha\beta} = (A^{11}_{\alpha\beta})|_{m_B=-m_B}\,,\quad C^{12}_{\alpha\beta} = -(A^{12}_{\alpha\beta})|_{m_B=-m_B}\,,$$

$$C^{13}_{\alpha\beta} = -(A^{13}_{\alpha\beta})|_{m_B=-m_B}\,,\quad C^{23}_{\alpha\beta} = (A^{23}_{\alpha\beta})|_{m_B=-m_B}\,,$$

$$E^{11}_{\alpha\beta} = 4\begin{pmatrix} 0, & m_A^2 E_0 - m_A m_e^2, & -m_A^2, & 0 \\ -m_A^2 E_0, & 0, & 0, & 0 \\ m_A^2, & 0, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 0 \end{pmatrix}, \tag{25}$$

$$E^{ij}_{\alpha\beta}|_{\substack{i=j\neq 1 \\ i\neq j}} = 0\,, \tag{26}$$

$$B^{ij}_{\alpha\beta} = -m_A^2 A^{ij}_{\alpha\beta} + m_A(A^{ij}_{\alpha-1,\beta} + A^{ij}_{\alpha,\beta-1})\,,$$

$$D^{ij}_{\alpha\beta} = -m_A^2 C^{ij}_{\alpha\beta} + m_A(C^{ij}_{\alpha-1,\beta} + C^{ij}_{\alpha,\beta-1})\,, \tag{27}$$

$$H^{ij}_{\alpha\beta} = -m^2_A E^{ij}_{\alpha\beta} + m_A (E^{ij}_{\alpha-1,\beta} + E^{ij}_{\alpha,\beta-1}),$$

(элементы с отрицательными индексами равны нулю).

6. Полная вероятность

Для вычисления полной вероятности распадов мы можем проинтегрировать любую из функций $W(E_B)$, $W(E_e)$ или $W(\cos\theta_{e\bar\nu})$ (см. (6), (14), (21)) по соответствующей независимой переменной в указанных выше пределах интегрирования для этих переменных.

В результате получим следующее выражение для полной вероятности:

$$W_0 = \frac{G^2}{(2\pi)^3}\{a_{ij} J^{ij}_a + b_{ij} J^{ij}_b + c_{ij} J^{ij}_c + d_{ij} J^{ij}_d\}, \tag{28}$$

где a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} и d_{ij} определены выше, а численные коэффициенты J^{ij}_a, ... , J^{ij}_d для каждоро процесса даны в таблице 1.

7. Асимметрия в угловом распределении барионов отдачи

Рассмотрим распад поляризованного бариона A . Пусть $\vec{P}_A$ есть вектор поляризации бариона A , и обозначим через θ_B угол между $\vec{P}_A$ и импульсом $\vec{p}_B$ бариона отдачи. Угловое распределение барионов отдачи B имеет вид:

$$W(\cos\theta_B) = \frac{dW}{d(\cos\theta_B)} = \frac{W_0}{2}[1 + |\vec{P}_A|\cos\theta_B \cdot \frac{W^B_a}{W_0}], \tag{29}$$

где W_0 – вероятность распада неполяризованного бариона A , а W^B_a выражается через формфакторы следующим образом:

$$W^B_a = \frac{G^2}{(2\pi)^3}\{e_{ij} J^{ij}_{eB} + h_{ij} J^{ij}_{hB}\}, \tag{30}$$

а численные коэффициенты J^{ij}_{eB}, J^{ij}_{hB} даны в таблице 2.

8. Асимметрия в угловом распределении заряженных лептонов

Аналогично для углового распределения заряженного лептона при распаде поляризованного бариона A имеем:

$$W(\cos\theta_e) = \frac{dW}{d(\cos\theta_e)} = \frac{W_0}{2}[1 + |\vec{P}_A|\cos\theta_e \frac{W^e_a}{W_0}], \tag{31}$$

где

$$W^e_a = \frac{G^2}{(2\pi)^3}\{a_{ij} J^{ij}_{a\ell} + b_{ij} J^{ij}_{b\ell} + c_{ij} J_{c\ell} + d_{ij} J^{ij}_{2\ell} + e_{ij} J^{ij}_{e\ell} + h_{ij} J^{ij}_{h\ell}\}.$$

Коэффициенты $J^{ij}_{a\ell}$, ... даны в таблице 3.

9. Распад $\Sigma^+ \to \Lambda + e^+ + \nu$

Покажем теперь, что некоторые результаты, полученные выше для процессов типа (1), применимы также и к распаду (II′). Последний процесс отличается от остальных процессов типа (1) только тем, что в (II′) лептон нейтрален, а антилептон заряжен, а в (1) лептон заряжен, а антилептон нейтрален. Если мы рассматриваем эффект, где по импульсу заряженного лептона или антилептона необходимо произвести интегрирование, то в этом эффекте нет разницы между процессом (II′) и процессом типа (1) за исключением кинематических коэффициентов. Поэтому полученные выражения для энергетического спектра бариона отдачи, полной вероятности и параметра асимметрии в угловом распределении бариона отдачи применимы также к процессу (II′) . Можно показать также, что выражения для энергетического спектра e^+ и для угловой корреляции лептонов в распаде (II′) получаются из соответствующих выражений для распада (II) изменением знака перед интерференционными членами векторного и аксиального токов, т.е. изменением знака коэффициентов E^{ij}_k и H^{ij}_k .

В заключение отметим, что если в конкретных динамических моделях или схемах симметрий будут получены выражения для формфакторов, то при помощи полученных в настоящей работе результатов можно вычислить значения вероятностей распадов и параметров асимметрии, а также получить кривые энергетических спектров и угловых корреляций лептонов и провести сравнение с опытом.

Авторы выражают глубокую благодарность Н.Н. Боголюбову и М.А. Маркову за интерес к работе и ценные замечания.

Литература

1. С.М. Биленький и др. ЖЭТФ, 37, 1758 (1959).
2. В.П. Белов, Б.С. Мингалев, В.М. Шехтер, ЖЭТФ, 38, 541 (1960).
3. D.G.Harrington. Phys. Rev., 120, 1482 (1960).
4. L.Egardt. Nuovo Cimento, 27, 357 (1963).
5. В.М. Шехтер. ЖЭТФ, 47, 282 (1964).
6. S.Weinberg. Phys.Rev. 115, 481 (1959).

Примечание к таблицам

В таблицах 1,2,3 приведены, с точностью до размерности, элементы матриц J_a, J_e, J_c, J_b, J_h, J_d для различных эффектов. Чтобы получить элемент (i,j) какой-нибудь матрицы (J_a, ... , J_d), нужно соответствующее число, указанное в таблице, умножить на фактор размерности

$$M^{k+k_{ij}}, \text{ где } M = 1 \text{ Гэв}, \quad k = \begin{cases} 5 \text{ для } J_a, J_e, J_c, \\ 7 \text{ для } J_b, J_h, J_d, \end{cases}$$

$$\text{а} \quad k_{11} = 0, \; k_{12} = k_{21} = k_{13} = k_{31} = 1,$$
$$k_{22} = k_{33} = k_{32} = k_{23} = 2.$$

Матрицы J_a, J_b, J_c, J_d являются симметричными для всех таблиц.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июля 1965 г.

Таблица I

Коэффициенты при формфакторах в выражении для полной вероятности

Процесс	i \ j	J_a^{ij} 1	J_a^{ij} 2	J_a^{ij} 3	J_b^{ij} 1	J_b^{ij} 2	J_b^{ij} 3	J_c^{ij} 1	J_c^{ij} 2	J_c^{ij} 3	J_d^{ij} 1	J_d^{ij} 2	J_d^{ij} 3
$\Lambda\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,821\cdot10^{-5}$	$4,990\cdot10^{-5}$	$-6,7\cdot10^{-11}$	$-1,64\cdot10^{-7}$	$-3,95\cdot10^{-7}$	$8,43\cdot10^{-13}$	$5,42\cdot10^{-5}$	$-1,07\cdot10^{-5}$	$8,07\cdot10^{-12}$	$-8,1\cdot10^{-7}$	$1,49\cdot10^{-7}$	$-1,14\cdot10^{-13}$
	2		$1,467\cdot10^{-5}$	$-6,604\cdot10^{-11}$		$-9,12\cdot10^{-8}$	$8,16\cdot10^{-13}$		$8,75\cdot10^{-8}$	$-2,3\cdot10^{-13}$		$-5,12\cdot10^{-10}$	$2,65\cdot10^{-15}$
	3			$4,72\cdot10^{-12}$			$-8,45\cdot10^{-14}$			$1,51\cdot10^{-14}$			$-2,11\cdot10^{-16}$
$n\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,48\cdot10^{-16}$	$4,17\cdot10^{-16}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$1,48\cdot10^{-16}$	$-2,88\cdot10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
	2		$1,31\cdot10^{-16}$	$<10^{-19}$		$<10^{-19}$	$<10^{-19}$		$<10^{-19}$	$<10^{-19}$		$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
	3			$<10^{-19}$			$<10^{-19}$			$<10^{-19}$		$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
$\Lambda\to p+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$2,92\cdot10^{-6}$	$7,48\cdot10^{-6}$	$-2,53\cdot10^{-7}$	$-6,31\cdot10^{-8}$	$-1,58\cdot10^{-7}$	$5,82\cdot10^{-9}$	$8,73\cdot10^{-6}$	$-2,27\cdot10^{-6}$	$3,76\cdot10^{-8}$	$-2,02\cdot10^{-7}$	$5,2\cdot10^{-8}$	$-8,79\cdot10^{-10}$
	2		$1,94\cdot10^{-6}$	$-2,41\cdot10^{-7}$		$-3,96\cdot10^{-8}$	$5,52\cdot10^{-9}$		$5,07\cdot10^{-9}$	$-4,84\cdot10^{-10}$		$-9,57\cdot10^{-11}$	$9,97\cdot10^{-12}$
	3			$3,25\cdot10^{-8}$			$-7,76\cdot10^{-10}$			$5,82\cdot10^{-11}$			$-1,25\cdot10^{-12}$
$\Sigma^-\to n+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,09\cdot10^{-4}$	$2,95\cdot10^{-4}$	$-2,74\cdot10^{-10}$	$-2,07\cdot10^{-6}$	$-4,66\cdot10^{-6}$	$7,3\cdot10^{-12}$	$3,2\cdot10^{-4}$	$-9,02\cdot10^{-5}$	$4,6\cdot10^{-11}$	$-1,01\cdot10^{-5}$	$2,63\cdot10^{-6}$	$-1,37\cdot10^{-12}$
	2		$8,27\cdot10^{-5}$	$-2,75\cdot10^{-10}$		$-8,18\cdot10^{-7}$	$7,14\cdot10^{-12}$		$1,03\cdot10^{-6}$	$-2,45\cdot10^{-12}$		$-1,15\cdot10^{-8}$	$4,57\cdot10^{-14}$
	3			$2,78\cdot10^{-11}$			$-1,06\cdot10^{-12}$			$1,75\cdot10^{-13}$			$-5,17\cdot10^{-15}$
$\Sigma^-\to n+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$4,81\cdot10^{-5}$	$1,24\cdot10^{-4}$	$-3,41\cdot10^{-6}$	$-1,68\cdot10^{-6}$	$-4,08\cdot10^{-6}$	$1,39\cdot10^{-7}$	$1,43\cdot10^{-4}$	$-4,72\cdot10^{-5}$	$6,58\cdot10^{-7}$	$-5,9\cdot10^{-6}$	$1,9\cdot10^{-6}$	$-2,78\cdot10^{-8}$
	2		$3,08\cdot10^{-5}$	$-3,31\cdot10^{-6}$		$-8,74\cdot10^{-7}$	$1,34\cdot10^{-7}$		$2,59\cdot10^{-7}$	$-1,91\cdot10^{-8}$		$-7,06\cdot10^{-9}$	$6,51\cdot10^{-10}$
	3			$5,29\cdot10^{-7}$			$-2,37\cdot10^{-8}$			$2,54\cdot10^{-9}$			$-9,66\cdot10^{-11}$
$\Sigma^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$4,41\cdot10^{-7}$	$1,46\cdot10^{-6}$	$-3,51\cdot10^{-12}$	$-8,5\cdot10^{-10}$	$-2,68\cdot10^{-9}$	$9,46\cdot10^{-15}$	$1,32\cdot10^{-6}$	$-1,24\cdot10^{-7}$	$1,74\cdot10^{-13}$	$-4,23\cdot10^{-9}$	$3,72\cdot10^{-10}$	$-5,26\cdot10^{-16}$
	2		$5,33\cdot10^{-7}$	$-4,0\cdot10^{-12}$		$-9,2\cdot10^{-10}$	$1,07\cdot10^{-14}$		$4,96\cdot10^{-10}$	$-3,02\cdot10^{-15}$		$-6,82\cdot10^{-13}$	$5,79\cdot10^{-18}$
	3			$1,15\cdot10^{-13}$			$-4,41\cdot10^{-16}$			$6,21\cdot10^{-17}$			$<10^{-19}$
$\Xi^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$3,84\cdot10^{-5}$	$1,25\cdot10^{-4}$	$-1,22\cdot10^{-10}$	$-4,64\cdot10^{-7}$	$-1,33\cdot10^{-6}$	$2,06\cdot10^{-12}$	$1,14\cdot10^{-4}$	$-2,61\cdot10^{-5}$	$1,43\cdot10^{-11}$	$-2,29\cdot10^{-6}$	$4,88\cdot10^{-7}$	$-2,72\cdot10^{-13}$
	2		$4,38\cdot10^{-5}$	$-1,43\cdot10^{-10}$		$-3,74\cdot10^{-7}$	$2,37\cdot10^{-12}$		$2,49\cdot10^{-7}$	$-6,16\cdot10^{-13}$		$-1,97\cdot10^{-9}$	$7,32\cdot10^{-15}$
	3			$9,93\cdot10^{-12}$			$-2,39\cdot10^{-13}$			$3,04\cdot10^{-14}$			$-5,7\cdot10^{-16}$
$\Xi^-\to\Lambda+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$1,03\cdot10^{-5}$	$3,19\cdot10^{-5}$	$-8,3\cdot10^{-7}$	$-2,69\cdot10^{-7}$	$-8,09\cdot10^{-7}$	$2,38\cdot10^{-8}$	$3,09\cdot10^{-5}$	$-8,89\cdot10^{-6}$	$1,17\cdot10^{-7}$	$-8,93\cdot10^{-7}$	$2,53\cdot10^{-7}$	$-3,44\cdot10^{-9}$
	2		1,[illegible]2$\cdot10^{-5}$	$-9,44\cdot10^{-7}$		$-2,46\cdot10^{-7}$	$2,7\cdot10^{-8}$		$3,11\cdot10^{-8}$	$-2,17\cdot10^{-9}$		$-6,88\cdot10^{-10}$	$5,44\cdot10^{-11}$
	3			$1,15\cdot10^{-7}$			$-3,49\cdot10^{-9}$			$2,3\cdot10^{-10}$			$-6,12\cdot10^{-12}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$4,06\cdot10^{-6}$	$1,43\cdot10^{-5}$	$-2,06\cdot10^{-11}$	$-1,93\cdot10^{-8}$	$-6,31\cdot10^{-8}$	$1,37\cdot10^{-13}$	$1,22\cdot10^{-5}$	$-1,78\cdot10^{-6}$	$1,48\cdot10^{-12}$	$-9,62\cdot10^{-8}$	$1,31\cdot10^{-8}$	$-1,1\cdot10^{-14}$
	2		$5,51\cdot10^{-6}$	$-2,53\cdot10^{-11}$		$-2,21\cdot10^{-8}$	$1,67\cdot10^{-13}$		$1,1\cdot10^{-8}$	$-4,0\cdot10^{-14}$		$-3,7\cdot10^{-11}$	$1,9\cdot10^{-16}$
	3			$1,06\cdot10^{-12}$			$-1,0\cdot10^{-14}$			$1,2\cdot10^{-15}$			$-8,82\cdot10^{-18}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$5,24\cdot10^{-8}$	$1,73\cdot10^{-7}$	$-5,17\cdot10^{-9}$	$-7,56\cdot10^{-10}$	$-2,49\cdot10^{-9}$	$7,56\cdot10^{-11}$	$1,57\cdot10^{-7}$	$-3,48\cdot10^{-8}$	$4,98\cdot10^{-10}$	$-2,29\cdot10^{-9}$	$5,08\cdot10^{-10}$	$-7,29\cdot10^{-12}$
	2		$6,07\cdot10^{-8}$	$-6,18\cdot10^{-9}$		$-8,71\cdot10^{-10}$	$9,02\cdot10^{-11}$		$2,14\cdot10^{-11}$	$-1,95\cdot10^{-12}$		$-2,94\cdot10^{-13}$	$2,72\cdot10^{-14}$
	3			$5,84\cdot10^{-10}$			$-8,58\cdot10^{-12}$			$1,76\cdot10^{-13}$			$-2,46\cdot10^{-15}$
$\Xi^0\to\Sigma^++e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$3,48\cdot10^{-6}$	$1,22\cdot10^{-5}$	$-1,82\cdot10^{-11}$	$-1,56\cdot10^{-8}$	$-5,09\cdot10^{-8}$	$1,14\cdot10^{-13}$	$1,04\cdot10^{-5}$	$-1,48\cdot10^{-6}$	$1,27\cdot10^{-12}$	$-7,75\cdot10^{-8}$	$1,03\cdot10^{-8}$	$-8,9\cdot10^{-15}$
	2		$4,71\cdot10^{-6}$	$-2,23\cdot10^{-11}$		$-1,78\cdot10^{-8}$	$1,38\cdot10^{-13}$		$8,88\cdot10^{-9}$	$-3,34\cdot10^{-14}$		$-2,82\cdot10^{-11}$	$1,48\cdot10^{-16}$
	3			$9,09\cdot10^{-13}$			$-8,09\cdot10^{-15}$			$9,7\cdot10^{-16}$			$-6,72\cdot10^{-18}$
$\Xi^0\to\Sigma^++\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$2,67\cdot10^{-8}$	$8,77\cdot10^{-8}$	$-2,67\cdot10^{-9}$	$-3,71\cdot10^{-10}$	$-1,22\cdot10^{-9}$	$3,74\cdot10^{-11}$	$8,01\cdot10^{-8}$	$-1,75\cdot10^{-8}$	$2,52\cdot10^{-10}$	$-1,12\cdot10^{-9}$	$2,46\cdot10^{-10}$	$-3,53\cdot10^{-12}$
	2		$3,08\cdot10^{-8}$	$-3,18\cdot10^{-9}$		$-4,26\cdot10^{-10}$	$4,45\cdot10^{-11}$		$8,64\cdot10^{-12}$	$-8,09\cdot10^{-13}$		$-1,15\cdot10^{-13}$	$1,09\cdot10^{-14}$
	3			$2,98\cdot10^{-10}$			$-4,19\cdot10^{-12}$			$7,28\cdot10^{-14}$			$-9,84\cdot10^{-16}$
$\Sigma^+\to\Lambda+e^++\nu_e$	1	$2,69\cdot10^{-7}$	$8,89\cdot10^{-7}$	$-2,37\cdot10^{-12}$	$-4,24\cdot10^{-10}$	$-1,34\cdot10^{-9}$	$5,21\cdot10^{-15}$	$8,06\cdot10^{-7}$	$-6,84\cdot10^{-8}$	$1,07\cdot10^{-13}$	$-2,1\cdot10^{-9}$	$1,67\cdot10^{-10}$	$-2,62\cdot10^{-16}$
	2		$3,26\cdot10^{-7}$	$-2,69\cdot10^{-12}$		$-4,66\cdot10^{-10}$	$5,88\cdot10^{-15}$		$2,48\cdot10^{-10}$	$-1,67\cdot10^{-15}$		$-2,72\cdot10^{-13}$	$2,62\cdot10^{-18}$
	3			$7,02\cdot10^{-14}$			$-2,19\cdot10^{-16}$			$3,12\cdot10^{-17}$			$<10^{-19}$

Таблица 2

Коэффициенты при формфакторах в асимметрии углового распределения лептонов

Процесс	i \ j	J_{ae}^{ij} 1	2	3	J_{be}^{ij} 1	2	3	J_{ce}^{ij} 1	2	3	J_{de}^{ij} 1	2	3	J_{ee}^{ij} 1	2	3	J_{he}^{ij} 1	2	3
$\Lambda\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,11.10^{-6}$	$5,53.10^{-7}$	0	$2,51.10^{-5}$	$-7,38.10^{-9}$	0	$3,71.10^{-5}$	$-5,53.10^{-7}$	0	$-2,57.10^{-5}$	$7,38.10^{-9}$	0	$-3,43.10^{-5}$	$2,06.10^{-5}$	$4,21.10^{-12}$	$9,72.10^{-6}$	$-3,94.10^{-5}$	$-2,97.10^{-14}$
	2	$5,53.10^{-7}$	0	0	$-7,38.10^{-9}$	0	0	$-5,53.10^{-7}$	0	0	$7,38.10^{-9}$	0	0	$-1,76.10^{-5}$	$2,14.10^{-6}$	$4,6.10^{-12}$	$-3,91.10^{-5}$	$1,09.10^{-5}$	$-4,34.10^{-12}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$4,21.10^{-12}$	$4,6.10^{-12}$	$2,59.10^{-13}$	$-6,07.10^{-13}$	$-1,24.10^{-12}$	$-2,83.10^{-13}$
$n\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	0	$1,96.10^{-16}$	$<10^{-19}$	0	$3,34.10^{-16}$	$<10^{-19}$	0	$-1,96.10^{-16}$	$<10^{-19}$	0	$-3,34.10^{-16}$	$+1,56.10^{-16}$	$<10^{-19}$	$7,37.10^{-17}$	$-2,76.10^{-16}$	$<10^{-19}$
	2	$<10^{-19}$	0	0	$<10^{-19}$	0	0	$<10^{-19}$	0	0	$<10^{-19}$	0	0	$-1,56.10^{-16}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$-2,76.10^{-16}$	$3,49.10^{-17}$	$<10^{-19}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
$\Lambda\to p+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$4,8.10^{-8}$	$2,42.10^{-8}$	0	$2,55.10^{-6}$	$-5,56.10^{-10}$	0	$3,43.10^{-6}$	$-2,42.10^{-8}$	0	$-2,64.10^{-6}$	$5,56.10^{-10}$	0	$-2,73.10^{-6}$	$1,91.10^{-6}$	$1,69.10^{-8}$	$1,08.10^{-6}$	$-3,54.10^{-6}$	$-3,49.10^{-10}$
	2	$2,42.10^{-8}$	0	0	$-5,56.10^{-10}$	0	0	$-2,42.10^{-8}$	0	0	$5,56.10^{-10}$	0	0	$-1,46.10^{-6}$	$2,61.10^{-7}$	$1,87.10^{-8}$	$-3,48.10^{-6}$	$8,44.10^{-7}$	$-1,96.10^{-8}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$1,69.10^{-8}$	$1,87.10^{-8}$	$2,08.10^{-9}$	$-1,43.10^{-9}$	$-6,13.10^{-9}$	$-2,98.10^{-9}$
$\Sigma^-\to n+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$9,39.10^{-6}$	$4,82.10^{-6}$	0	$1,58.10^{-4}$	$-1,35.10^{-7}$	0	$2,21.10^{-4}$	$-4,82.10^{-6}$	0	$-1,67.10^{-4}$	$1,35.10^{-7}$	0	$-1,98.10^{-4}$	$1,32.10^{-4}$	$2,31.10^{-11}$	$6,32.10^{-5}$	$-2,64.10^{-4}$	$-3,35.10^{-13}$
	2	$4,82.10^{-6}$	0	0	$-1,35.10^{-7}$	0	0	$-4,82.10^{-6}$	0	0	$1,35.10^{-7}$	0	0	$-1,06.10^{-4}$	$1,9.10^{-5}$	$2,7.10^{-11}$	$-2,6.10^{-4}$	$8,63.10^{-5}$	$-2,7.10^{-11}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$2,31.10^{-11}$	$2,7.10^{-11}$	$2,1.10^{-12}$	$-5,37.10^{-12}$	$-7,83.10^{-12}$	$-1,5.10^{-12}$
$\Sigma^-\to n+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$2,07.10^{-6}$	$1,07.10^{-6}$	0	$5,59.10^{-5}$	$-4,36.10^{-8}$	0	$7,23.10^{-5}$	$-1,07.10^{-6}$	0	$-5,95.10^{-5}$	$4,36.10^{-8}$	0	$-5,73.10^{-5}$	$4,3.10^{-5}$	$3,28.10^{-7}$	$2,4.10^{-5}$	$-8,44.10^{-5}$	$-1,07.10^{-8}$
	2	$1,07.10^{-6}$	0	0	$-4,36.10^{-8}$	0	0	$-1,07.10^{-6}$	0	0	$4,36.10^{-8}$	0	0	$-3,16.10^{-5}$	$7,38.10^{-6}$	$3,85.10^{-7}$	$-8,23.10^{-5}$	$2,47.10^{-5}$	$-4,25.10^{-7}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$3,28.10^{-7}$	$3,85.10^{-7}$	$4,77.10^{-8}$	$-5,85.10^{-8}$	$-1,35.10^{-7}$	$-5,7.10^{-8}$
$\Sigma^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,07.10^{-8}$	$6,12.10^{-9}$	0	$7,86.10^{-7}$	$-1,76.10^{-11}$	0	$8,94.10^{-7}$	$-6,12.10^{-9}$	0	$-7,9.10^{-7}$	$1,76.10^{-11}$	0	$-8,64.10^{-7}$	$5,35.10^{-7}$	$9,63.10^{-14}$	$2,97.10^{-7}$	$-1,37.10^{-6}$	$-1,51.10^{-16}$
	2	$6,12.10^{-9}$	0	0	$-1,76.10^{-11}$	0	0	$-6,12.10^{-9}$	0	0	$1,76.10^{-11}$	0	0	$-4,99.10^{-7}$	$2,76.10^{-8}$	$1,14.10^{-13}$	$-1,37.10^{-6}$	$2,5.10^{-7}$	$-1,4.10^{-13}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$9,63.10^{-14}$	$1,14.10^{-13}$	$2,67.10^{-15}$	$-6,55.10^{-15}$	$-3,86.10^{-14}$	$-1,11.10^{-14}$
$\Xi^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$2,28.10^{-6}$	$+1,35.10^{-6}$	0	$7,49.10^{-5}$	$-2,42.10^{-8}$	0	$7,81.10^{-5}$	$-1,35.10^{-6}$	0	$-7,62.10^{-5}$	$2,42.10^{-8}$	0	$-7,22.10^{-5}$	$5,15.10^{-5}$	$7,5.10^{-12}$	$2,88.10^{-5}$	$-1,39.10^{-4}$	$-7,11.10^{-14}$
	2	$+1,35.10^{-6}$	0	0	$-2,42.10^{-8}$	0	0	$-1,35.10^{-6}$	0	0	$2,42.10^{-8}$	0	0	$-4,39.10^{-5}$	$6,21.10^{-6}$	$9,7.10^{-12}$	$-1,37.10^{-4}$	$3,49.10^{-5}$	$-1,29.10^{-11}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$7,5.10^{-12}$	$9,7.10^{-12}$	$5,34.10^{-13}$	$-1,48.10^{-12}$	$-3,66.10^{-12}$	$-8,47.10^{-13}$
$\Xi^-\to\Lambda+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$2,22.10^{-7}$	$1,33.10^{-7}$	0	$1,4.10^{-5}$	$-3,81.10^{-9}$	0	$1,36.10^{-5}$	$-1,33.10^{-7}$	0	$-1,44.10^{-5}$	$3,81.10^{-9}$	0	$-1,12.10^{-5}$	$8,94.10^{-6}$	$5,65.10^{-8}$	$5,82.10^{-6}$	$-2,35.10^{-5}$	$-1,4.10^{-9}$
	2	$1,33.10^{-7}$	0	0	$-3,81.10^{-9}$	0	0	$-1,33.10^{-7}$	0	0	$3,81.10^{-9}$	0	0	$-7,03.10^{-6}$	$1,35.10^{-6}$	$7,37.10^{-8}$	$-2,32.10^{-5}$	$5,1.10^{-6}$	$-1,07.10^{-7}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$5,65.10^{-8}$	$7,37.10^{-8}$	$7,35.10^{-9}$	$-7,32.10^{-9}$	$-3,28.10^{-8}$	$-1,46.10^{-8}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,44.10^{-7}$	$8,9.10^{-8}$	0	$8,5.10^{-6}$	$-6,3.10^{-10}$	0	$8,25.10^{-6}$	$-8,9.10^{-8}$	0	$-8,58.10^{-6}$	$6,3.10^{-10}$	0	$-7,86.10^{-6}$	$5,44.10^{-6}$	$8,01.10^{-13}$	$3,23.10^{-6}$	$-1,61.10^{-5}$	$-3,06.10^{-15}$
	2	$8,9.10^{-8}$	0	0	$-6,3.10^{-10}$	0	0	$-8,9.10^{-8}$	0	0	$6,3.10^{-10}$	0	0	$-4,93.10^{-6}$	$4,32.10^{-7}$	$1,04.10^{-12}$	$-1,61.10^{-5}$	$3,25.10^{-6}$	$-1,5.10^{-12}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$8,01.10^{-13}$	$1,04.10^{-12}$	$3,52.10^{-14}$	$-9,61.10^{-14}$	$-4,17.10^{-13}$	$-1,12.10^{-13}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$1,39.10^{-10}$	$8,69.10^{-11}$	0	$4,25.10^{-8}$	$-1,27.10^{-12}$	0	$3,78.10^{-8}$	$-8,69.10^{-11}$	0	$-4,31.10^{-8}$	$1,27.10^{-12}$	0	$-3,16.10^{-8}$	$2,49.10^{-8}$	$2,69.10^{-10}$	$1,76.10^{-8}$	$-7,19.10^{-8}$	$-2,25.10^{-12}$
	2	$8,69.10^{-11}$	0	0	$-1,27.10^{-12}$	0	0	$-8,69.10^{-11}$	0	0	$1,27.10^{-12}$	0	0	$-2,06.10^{-8}$	$2,91.10^{-9}$	$2,09.10^{-10}$	$-7,13.10^{-8}$	$1,16.10^{-8}$	$-3,3.10^{-10}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$1,59.10^{-10}$	$2,09.10^{-10}$	$1,76.10^{-11}$	$-6,13.10^{-12}$	$-9,87.10^{-11}$	$-4,93.10^{-11}$
$\Xi^0\to\Sigma^++e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$1,2.10^{-7}$	$7,4.10^{-8}$	0	$7,24.10^{-6}$	$-4,91.10^{-10}$	0	$7,08.10^{-6}$	$-7,4.10^{-8}$	0	$-7,31.10^{-6}$	$4,91.10^{-10}$	0	$-6,75.10^{-6}$	$4,65.10^{-6}$	$6,91.10^{-13}$	$2,75.10^{-6}$	$-1,37.10^{-5}$	$-2,48.10^{-15}$
	2	$7,4.10^{-8}$	0	0	$-4,91.10^{-10}$	0	0	$-7,4.10^{-8}$	0	0	$4,91.10^{-10}$	0	0	$-4,22.10^{-6}$	$3,58.10^{-7}$	$8,96.10^{-13}$	$-1,37.10^{-5}$	$2,73.10^{-6}$	$-1,28.10^{-12}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$6,91.10^{-13}$	$8,96.10^{-13}$	$2,94.10^{-14}$	$-7,98.10^{-14}$	$-3,56.10^{-13}$	$-9,63.10^{-14}$
$\Xi^0\to\Sigma^++\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$5,41.10^{-11}$	$3,37.10^{-11}$	0	$1,98.10^{-8}$	$-4,71.10^{-13}$	0	$1,77.10^{-8}$	$-3,37.10^{-11}$	0	$-2,0.10^{-8}$	$4,71.10^{-13}$	0	$-1,48.10^{-8}$	$1,16.10^{-8}$	$7,48.10^{-11}$	$8,17.10^{-9}$	$-3,33.10^{-8}$	$-1,02.10^{-12}$
	2	$3,37.10^{-11}$	0	0	$-4,71.10^{-13}$	0	0	$-3,37.10^{-11}$	0	0	$4,71.10^{-13}$	0	0	$-9,62.10^{-9}$	$1,33.10^{-9}$	$9,8.10^{-11}$	$-3,3.10^{-8}$	$5,31.10^{-9}$	$-1,53.10^{-10}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$7,48.10^{-11}$	$9,8.10^{-11}$	$8,22.10^{-12}$	$-2,52.10^{-12}$	$-4,59.10^{-11}$	$-2,31.10^{-11}$
$\Sigma^+\to\Lambda+e^++\nu_e$	1	$5,9.10^{-9}$	$3,37.10^{-9}$	0	$4,76.10^{-7}$	$-7,89.10^{-12}$	0	$5,44.10^{-7}$	$-3,37.10^{-9}$	0	$-4,78.10^{-7}$	$7,89.10^{-12}$	0	$+5,28.10^{-7}$	$-3,24.10^{-7}$	$-5,91.10^{-14}$	$-1,79.10^{-7}$	$+8,25.10^{-7}$	$+7,56.10^{-17}$
	2	$3,37.10^{-9}$	0	0	$-7,89.10^{-12}$	0	0	$-3,37.10^{-9}$	0	0	$7,89.10^{-12}$	0	0	$+3,04.10^{-7}$	$-1,52.10^{-8}$	$-6,96.10^{-14}$	$+8,24.10^{-7}$	$-1,47.10^{-7}$	$+8,49.10^{-14}$
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$-5,91.10^{-14}$	$-6,96.10^{-14}$	$-1,48.10^{-15}$	$+3,59.10^{-15}$	$+2,33.10^{-14}$	$+6,82.10^{-15}$

Таблица 3

Коэффициенты при формфакторах в асимметрии углового распределения барионов

Процесс	i \ j	J_{eB}^{ij} 1	2	3	J_{hB}^{ij} 1	2	3
$\Lambda\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-4,27.10^{-5}$	$2,68.10^{-6}$	$8,64.10^{-12}$	$4,33.10^{-7}$	$-2,1.10^{-8}$	$-9,04.10^{-14}$
	2	$-4,64.10^{-5}$	$2,74.10^{-6}$	$9,12.10^{-12}$	$4,85.10^{-7}$	$-2,15.10^{-8}$	$-9,68.10^{-14}$
	3	$-1,0.10^{-10}$	$9,12.10^{-12}$	$5,1.10^{-12}$	$1,05.10^{-12}$	$-9,68.10^{-14}$	$-8,0.10^{-15}$
$n\to p+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-1,97.10^{-16}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
	2	$-1,85.10^{-16}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
	3	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$	$<10^{-19}$
$\Lambda\to p+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$-5,04.10^{-6}$	$2,91.10^{-7}$	$2,14.10^{-8}$	$1,07.10^{-7}$	$-5,95.10^{-9}$	$-4,64.10^{-10}$
	2	$-5,69.10^{-6}$	$5,35.10^{-8}$	$2,77.10^{-8}$	$1,21.10^{-7}$	$-1,02.10^{-9}$	$-5,98.10^{-10}$
	3	$-2,48.10^{-7}$	$2,33.10^{-8}$	$2,62.10^{-9}$	$5,37.10^{-9}$	$-5,06.10^{-10}$	$-5,9.10^{-11}$
$\Sigma^-\to n+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-2,47.10^{-4}$	$2,31.10^{-5}$	$4,92.10^{-11}$	$5,22.10^{-6}$	$-3,83.10^{-7}$	$-1,09.10^{-12}$
	2	$-2,85.10^{-4}$	$2,46.10^{-5}$	$5,46.10^{-11}$	$6,29.10^{-6}$	$-4,07.10^{-7}$	$-1,23.10^{-12}$
	3	$-4,08.10^{-5}$	$5,46.10^{-11}$	$4,22.10^{-12}$	$9,01.10^{-12}$	$-1,23.10^{-12}$	$-1,4.10^{-13}$
$\Sigma^-\to n+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$-9,43.10^{-5}$	$8,51.10^{-6}$	$4,86.10^{-7}$	$3,29.10^{-6}$	$-2,76.10^{-7}$	$-1,8.10^{-8}$
	2	$-1,12.10^{-4}$	$3,56.10^{-6}$	$6,5.10^{-7}$	$3,99.10^{-6}$	$-1,14.10^{-7}$	$-2,39.10^{-8}$
	3	$-4,02.10^{-6}$	$5,54.10^{-7}$	$6,99.10^{-8}$	$1,49.10^{-7}$	$-2,07.10^{-8}$	$-2,87.10^{-9}$
$\Sigma^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-1,08.10^{-6}$	$3,0.10^{-8}$	$1,86.10^{-13}$	$2,38.10^{-9}$	$-5,07.10^{-11}$	$-4,18.10^{-16}$
	2	$-1,27.10^{-6}$	$3,47.10^{-8}$	$2,18.10^{-13}$	$2,85.10^{-9}$	$-5,87.10^{-11}$	$-4,49.10^{-16}$
	3	$-5,26.10^{-12}$	$2,18.10^{-13}$	$5,1.10^{-15}$	$1,18.10^{-14}$	$-4,92.10^{-16}$	$-1,71.10^{-17}$
$\Xi^-\to\Lambda+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-9,0.10^{-5}$	$6,54.10^{-6}$	$1,53.10^{-11}$	$1,23.10^{-6}$	$-6,89.10^{-8}$	$-2,16.10^{-13}$
	2	$-1,16.10^{-4}$	$7,94.10^{-6}$	$1,92.10^{-11}$	$1,63.10^{-6}$	$-8,37.10^{-8}$	$-2,74.10^{-13}$
	3	$-1,82.10^{-10}$	$1,92.10^{-11}$	$1,05.10^{-12}$	$2,56.10^{-12}$	$-2,74.10^{-13}$	$-2,21.10^{-14}$
$\Xi^-\to\Lambda+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$-1,94.10^{-5}$	$1,31.10^{-6}$	$7,53.10^{-8}$	$4,97.10^{-7}$	$-3,21.10^{-8}$	$-2,01.10^{-9}$
	2	$-2,57.10^{-5}$	$4,15.10^{-7}$	$1,12.10^{-7}$	$6,64.10^{-7}$	$-9,66.10^{-9}$	$-2,96.10^{-9}$
	3	$-8,93.10^{-7}$	$9,67.10^{-8}$	$9,78.10^{-9}$	$2,38.10^{-8}$	$-2,59.10^{-9}$	$-2,77.10^{-10}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-9,78.10^{-6}$	$4,34.10^{-7}$	$1,58.10^{-12}$	$5,33.10^{-8}$	$-1,81.10^{-9}$	$-8,75.10^{-15}$
	2	$-1,27.10^{-5}$	$5,45.10^{-7}$	$2,0.10^{-12}$	$7,05.10^{-8}$	$-2,27.10^{-9}$	$-1,13.10^{-14}$
	3	$-3,08.10^{-11}$	$2,02.10^{-12}$	$6,8.10^{-14}$	$1,71.10^{-13}$	$-1,13.10^{-14}$	$-5,63.10^{-16}$
$\Xi^-\to\Sigma^0+\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$-6,4.10^{-8}$	$2,41.10^{-9}$	$1,74.10^{-10}$	$9,08.10^{-10}$	$-3,39.10^{-11}$	$-2,48.10^{-12}$
	2	$-8,6.10^{-8}$	$1,9.10^{-10}$	$2,65.10^{-10}$	$1,22.10^{-9}$	$2,86.10^{-12}$	$-3,78.10^{-12}$
	3	$-3,39.10^{-9}$	$2,28.10^{-10}$	$1,92.10^{-11}$	$4,83.10^{-11}$	$-3,25.10^{-12}$	$-2,76.10^{-13}$
$\Xi^0\to\Sigma^++e^-+\tilde{\nu}_e$	1	$-8,4.10^{-6}$	$3,61.10^{-7}$	$1,36.10^{-12}$	$4,3.10^{-8}$	$-1,41.10^{-9}$	$-7,08.10^{-15}$
	2	$-1,09.10^{-5}$	$4,51.10^{-7}$	$1,73.10^{-12}$	$5,66.10^{-8}$	$-1,77.10^{-9}$	$-9,08.10^{-15}$
	3	$-2,73.10^{-11}$	$1,73.10^{-12}$	$5,67.10^{-14}$	$1,42.10^{-13}$	$-9,08.10^{-15}$	$-4,41.10^{-16}$
$\Xi^0\to\Sigma^++\mu^-+\tilde{\nu}_\mu$	1	$-3,03.10^{-8}$	$1,09.10^{-9}$	$8,06.10^{-11}$	$4,14.10^{-10}$	$-1,49.10^{-11}$	$-1,1.10^{-12}$
	2	$-4,05.10^{-8}$	$-1,21.10^{-10}$	$1,23.10^{-10}$	$5,54.10^{-10}$	$1,7.10^{-12}$	$-1,68.10^{-12}$
	3	$-1,62.10^{-9}$	$1,05.10^{-10}$	$8,84.10^{-12}$	$2,21.10^{-11}$	$-1,44.10^{-12}$	$-1,22.10^{-13}$
$\Sigma^+\to\Lambda+e^++\nu_e$	1	$+6,57.10^{-7}$	$-1,65.10^{-8}$	$-1,14.10^{-13}$	$-1,19.10^{-9}$	$+2,28.10^{-11}$	$+2,09.10^{-16}$
	2	$+7,73.10^{-7}$	$-1,9.10^{-8}$	$-1,33.10^{-13}$	$-1,42.10^{-9}$	$+2,63.10^{-11}$	$+2,44.10^{-16}$
	3	$+3,55.10^{-12}$	$-1,33.10^{-13}$	$-2,82.10^{-15}$	$-6,5.10^{-15}$	$+2,44.10^{-16}$	$+7,69.10^{-18}$