

Семинар 14 (07.12.20)

Фунд. частицы и частицы. Слабое взаимодействие.

Результат потоки нейтрино в 3 измерения

Осцилл.  $\nu_e \sim \nu_\mu \sim \nu_\tau$   
повсем в мир.

В яд. нет изотопич. спина

новое квант. число

$\text{пр } \pm 1/2$

$\rightarrow \begin{matrix} n \\ p \end{matrix}$

Нуклон - 1 чад. в ядре  
одна часть квант. чад.

Диаграммы Фейнмана

$\bar{t}$  кварк открыли так

Нарушения чет.

Испуск и спин нейтрино противополож,  
у антинейтрино совпад.

Осцилляции нейтрино

$\nu_e$  и  $\nu_\mu \leftarrow$  из  $\nu_1$  и  $\nu_2 \rightarrow$  в фазе  $\nu_\mu$   
в противофазе  $\nu_e$

В эл. частиц. сохр. заряд

Суперструна

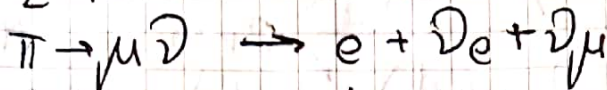
BE DIFFERENT



10.49

на уа.

$$\pi^\pm \text{ ————— } L = 1 \text{ км}$$



$$E_\pi = 900 \text{ ГэВ}$$

$$E_\nu = 100 \text{ ГэВ}$$

$$Y_{\nu} / Y_\pi \text{ — ?}$$

$$Y_{\nu'} / Y_{\nu} \text{ — ?}$$

↑  
2e нейтрино

Решение

Из таблицы время жизни  $\tau_\pi = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$  (в соотв. со)

в ЛСО

$$\tau_\pi' = \frac{900}{0,14} \cdot \tau_\pi \approx 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

↑  
масса покоя

$$\left( \frac{\tau'}{\tau} = \frac{E'}{E} \right)$$

$$\lambda = \tau_\pi' c = 5,1 \cdot 10^4 \text{ м} \gg L \Rightarrow \text{мн. людей работает}$$

$$\frac{Y_{\nu}}{Y_\pi} = 1 - e^{-L/\lambda} \approx \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{51} = 2\%$$

распад  
непредв.

Ответ ОЗЧ: 2,0002% — плохо

$$\frac{Y_{\nu'}}{Y_\mu} = 1 - e^{-L/\lambda'} = \frac{L}{\lambda'} = 2 \cdot 10^{-4}$$

В соотв. со  $\tau_\mu = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$

в ЛСО

$$\tau_\mu' = \frac{800}{0,1} \tau_\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

↑  
0,511 · 2

$$\lambda' = \tau_\mu' c = 5 \cdot 10^6 \text{ м} \gg L$$

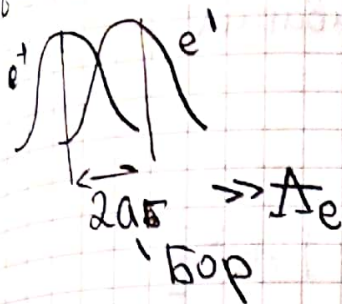


0.95

$\{e^+e^-\}$

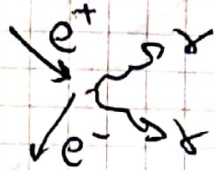
$$\Lambda_e = \frac{\hbar}{mc} \quad 1.50$$

$\tau = ?$



$$\tau^{-1} = W_{\text{coll}} \cdot W_{\text{ann}} \quad \tau_0^{-1}$$

lep. расн. eg. бр.



характ. перер. время  
 $W = 1$ . Тогда  $e^+e^-$  расн. он за время, когда они разойд.

Wcoll - вероятность



шар  $2a_0$  диаметр шар  $d = \Lambda_e$

$$W_{\text{coll}} = \left(\frac{\Lambda_e}{2a_5}\right)^3$$

$$W_{\text{ann}} = \alpha^2 \leftarrow \text{розг. 2 х нукл.} = \left(\frac{e^2}{\hbar c}\right)^2$$

$$\Rightarrow \tau^{-1} = \left(\frac{e^2}{\hbar c}\right)^2 \cdot \frac{mc^2}{\hbar} \cdot \left(\frac{\hbar/mc}{2\hbar^2/mc^2}\right)^3 = \frac{e^2 m}{8 \hbar^6 c^3} \quad \tau = 5 \cdot 10^{-10} \text{ c}$$

Рыжик

$$\tau = \underbrace{\frac{e^2}{mc^2}}_{\text{pag.}} \cdot \frac{1}{c} \cdot \frac{8}{\left(\frac{e^2}{\hbar c}\right)^6} = \frac{8}{\alpha^6} \cdot \frac{\Gamma_{\text{кнас}}}{c} = \frac{8 \cdot 2,7 \cdot 10^{15}}{3 \cdot 10^8} \cdot \frac{1}{(137)^6} = 5 \cdot 10^{-10} \text{ c}$$

время, за кот. пролетит

$$\Gamma_{\text{кнас}} = \frac{e^2}{mc^2} = \frac{e^2}{2r_5} : mc^2 2a_5 = \frac{13,6}{5,1 \cdot 10^5} \cdot 10^{10} = 2,7 \cdot 10^{15} \text{ м}$$

$R_\alpha = 13,6 \text{ эВ}$



1. 1.8  $\nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau \leftarrow \nu_1, \nu_2, \nu_3$

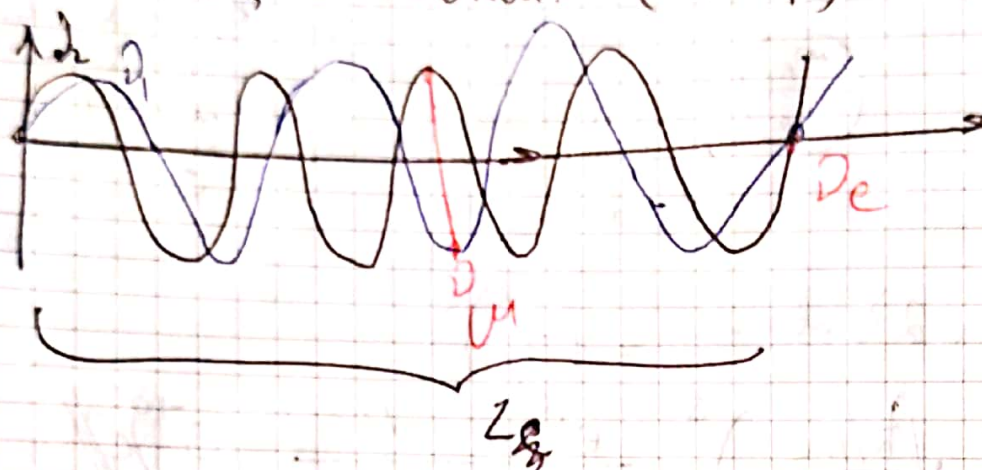
$$\nu_e = \cos\theta \cdot \nu_1 + \sin\theta \cdot \nu_2$$

$$\nu_\mu = -\sin\theta \cdot \nu_1 + \cos\theta \cdot \nu_2$$

$\theta$  - угол смешивания

Kamland

$E \sim 3 \text{ МэВ}, L = 100 \text{ км. } (m_2^2 - m_1^2) c^4 - ? [\text{эВ}^2]$



$$\tilde{\nu}_e(x,t) = \cos\theta \tilde{\nu}_1(x,t) + \sin\theta \tilde{\nu}_2(x,t)$$

$$\tilde{\nu}_\mu(x,t) = -\sin\theta \tilde{\nu}_1(x,t) + \cos\theta \tilde{\nu}_2(x,t)$$

$$\begin{aligned} \tilde{\nu}_e(0,0) &= 1 \\ \tilde{\nu}_\mu(0,0) &= 0 \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} \tilde{\nu}_1(0,0) &= \cos\theta \\ \tilde{\nu}_2(0,0) &= \sin\theta \end{aligned}$$

$$\tilde{\nu}_1(x,t) = \tilde{\nu}_1(0,0) \exp[i(p_1 x - E_1 t)/\hbar] \leftarrow \cos\theta e^{i\varphi_1}$$

$$\tilde{\nu}_2(x,t) = \sin\theta e^{i\varphi_2}$$

$$\tilde{\nu}_e = \cos^2\theta e^{i\varphi_1} + \sin^2\theta e^{i\varphi_2}$$

$$|\tilde{\nu}_e|^2 = I_1 + I_2 + 2\cos^2\theta \sin^2\theta \cos(\varphi_1 - \varphi_2) =$$

нормир. (норм. вертн)

$$= A + \underbrace{\sin^2 2\theta}_B \underbrace{\sin^2\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)}_{\text{на длине осц. переход. в сфл}}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \leftarrow x = L$$



$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = pc \sqrt{1 + \alpha^2} = pc + \frac{m_{1,2}^2 c^4}{2pc} = E + \frac{m_{1,2}^2 c^4}{2E}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi = \frac{(m_2^2 - m_1^2) c^4 t}{2E\hbar}, \quad ct = L$$

$$(m_2^2 - m_1^2) c = \frac{2E\hbar c}{L} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ eV}^2 //$$