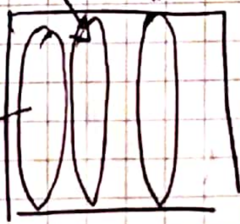
Семинар 13 (30.11.20)

Фунд. взаим-я и частицы. Сильное взаим-е.

1) 6 кварков, 6 лептонов – аналог табл. Менделеева

p, n – есть ре-ся

Ист, прелест, τ-нейтрино, τ-лептон – тяж, в 1е мгн. рожд. всел.



Проходя ч/з поле бозона Хиггса, частицы приобр. массу (наклонн. бильярд. стол)

Лептоны – слаб. взаим

Лептоны с зар – слаб. +.

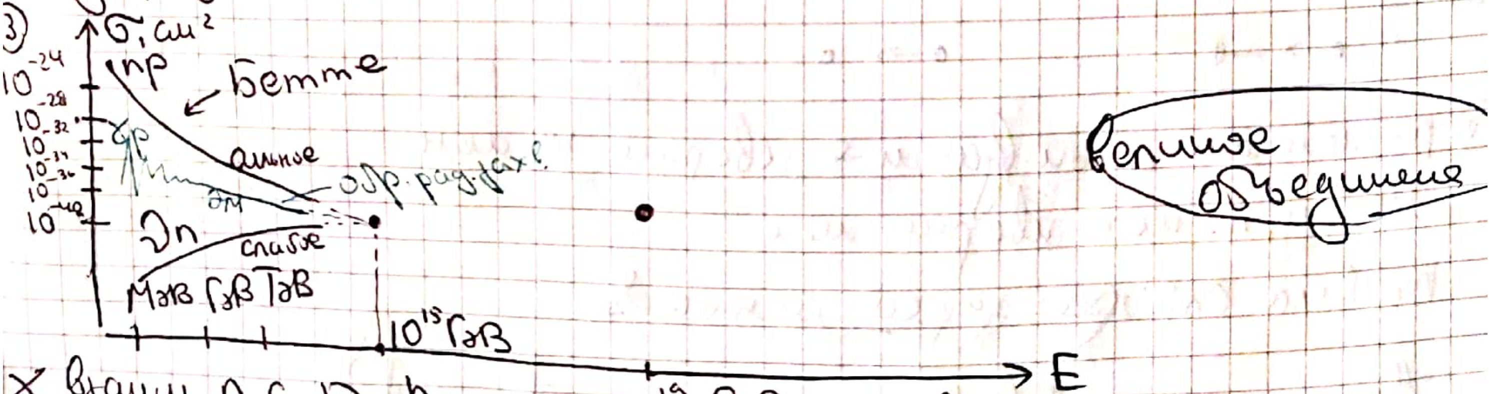
Кварки – во всех 6 видах

Калибр. бозоны

Th Нетер → симм.

Эл. физика МГУ.

3)



γ взаим. n с p. n

Сильное, слаб. и эм – сх. в 1т. (10^{15} ГэВ) – фаз. переход вселенной

(сейчас до этого не доход

Энергия Планка:

$$E_{plank} = \left(\frac{\hbar c^5}{c}\right)^{1/2} = 10^{19}\ \text{ГэВ} \qquad l_{plank} = \left(\frac{c\hbar}{c^3}\right)^{1/3} = 10^{-35}\ \text{м}.$$

$$t_{plank} = \left(\frac{c\hbar}{c^5}\right)^{1/2} = 10^{-44}\ \text{с}$$

Вел. → суперсимм. объ, все 4 взаим. опис. планкон

④ Числ. хар-ка фунд-взаим:

конст. взаим-я $g = \frac{W_{взаим}}{W_0}$ — энергия взаим-я / хар. энергия

матр. эл-т. (вер-ть перехода $|\Psi_1\rangle \to |\Psi_2\rangle$)

• $g_{э/м} = \frac{e^2/\lambda}{mc^2} = \frac{e^2/\hbar/mc}{mc^2} = \frac{e^2}{\hbar c} = \alpha \approx \frac{1}{137}$ (λ — комптон)

↑ ∢2р

мера ЭМ взаим-я — пост. тонк. стр-ры

$\alpha^2 \sim \Psi^2$

• $g_{грав} = \frac{Gm^2}{\hbar c} \approx 10^{-38}$

грав на 36 пор. слабее ЭМ

• $g_{сил} = \frac{q^2}{\hbar c} = 1$ $q^2/R = E_в$.

• $\frac{g_{слаб}}{g_{сил}} = \frac{\tau_{взаим}}{\tau_{слаб}} = \frac{10^{-22}\,c}{10^{-15}\,c} \approx 10^{-7}$

Th великого объединения
при 1эВ
при 3ТэВ м.б. др.
при $E\uparrow$ → $\alpha = 40$ = $g_{больш.\,взрыва}$

⑤ Бесцветн.
Кварки — асимпт. свобода
Конституэнтные массы

⑥

⑦ По каналам сильн. взаим-я кварки не мен.
Мех-м, по кот. кварки мен.
правила отбора: заряд мен. на 1
// антипаст — ↑ в сторону прот. t (↓)
запутанная в др/
аромат нейтрино сохр
обмен цветами

⑧ Дубна

10.62 $\pi^+ + p \to \pi^+ + p$

$T_\pi = 190$ МэВ – рез-с с полушириной $\Gamma/2 = 100$ МэВ

$\tau_\Delta - ?$ $m_\Delta - ?$

Δ^{++} uuu

квадруплет ($\Delta^{++}, \Delta^{+-}, \Delta^{-+}, \Delta^{0}$)

Решение

$\tau = \frac{\hbar}{\Gamma} = 3 \cdot 10^{-24}$ с

$m_\Delta^2 c^4 = E_\Delta^2 - p_\Delta^2 c^2 = (m_p c^2 + m_\pi c^2 + T_n)^2 - [(m_p c^2 + T_n)^2 - m_n c^4]$

$\Delta c^2 = [(m_p + m_\pi)^2 c^4 + 2 m_\pi c^2 T_n]^{1/2} \approx 1232$ МэВ //

$\Delta^+ = (uud) \leftarrow p$. $\Delta^0 = (udd) \leftarrow n$

ад Возм. ли распад? По какому каналу

$\Omega^- \to \Lambda^0 + \pi^-$. $\nexists$ кварк. состав

dss uds $\bar{u}d$

3s s

Кроме перерасп. и захв. из вак. должен распасться $s \leftrightarrow$ & по сильн. каналу не идет

Γ^-

2s

$3s \to s$ –?!

$n \to p + \mu^- + \tilde{\nu}_\mu$ не хватит е

5 $\mu_p - ?$ $\mu_n - ?$ Ψ ~~...~~ антисим

$\mu_u = \frac{q_u \hbar}{2 m_u c} = \frac{\frac{2}{3} e\hbar}{2 \frac{m_p}{3} c} = 2\mu_{яд}$.

конституэнтн. – с шубой глюонов

$\mu_d = \frac{1/3\, e\hbar}{1/3\, m_e c} = -\mu_{яд}$.

p (uud)

BE DIFFERENT

Полная ВФ антисимм. для одинак. фермионов

$$\Psi = \underbrace{\psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3)}_{\text{симм}}\ \psi_s\ \psi_{цвет.}$$

антисимм — Ψ

симм (2 кварка перест.) — $\psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3)$

симм — $\psi_{цвет}$

ψ_s: симм, если спин $\rightleftarrows$; антисимм, если s $\rightrightarrows$

p: (u u) d

$s_1 = 1$, $s_2 = 1/2$

$\mu_{2u} = 4\mu_{яд}$

$\mu = -\mu_{яд}$

$\mu_p = 3\mu_{яд}$

неверно прокл.

n: (d d) u

$s_1 = 1$, $s_2 = 1/2$

$\mu_{2d} = -2\mu_{яд}$

$\mu_u = 2\mu_{яд}$

$\mu_n = -2\mu_{яд}$

<u>правильно:</u>

$$\mu = \mu_1 \cos(\widehat{IS_1}) + \mu_2 \cos(\widehat{IS_2})$$

$g_{2u} = \cancel{3}\,4 \qquad \mu_{2u} = g_{2u}\mu_{яд} s_{2u}$

$\boxed{10.83}$

$g_d = -2 \qquad -2\mu_{яд}\,1/2$

$$\langle\vec{\mu}_p\rangle = \langle g_{2u}\mu_{яд}\vec{s}_{2u} + g_d\mu_{яд}\vec{s}_d\rangle = g_p\langle\vec{s}_p\rangle$$

$$\underset{4}{g_{2u}}\langle\vec{s}_{2u}, \vec{s}_p\rangle + \underset{-2}{g_d}\langle\vec{s}_d, \vec{s}_p\rangle = g_p\langle \underset{1/2\cdot 3/2}{s_p^2}\rangle$$

$$\vec{s}_p = \vec{s}_{2u} + \vec{s}_d \qquad s_d^2 = s_p^2 + s_{2u}^2 - 2\langle\vec{s}_{2u}, \vec{s}_p\rangle$$

$$\langle\vec{s}_{2d}, \vec{s}_p\rangle = \frac{\langle s_{2u}^2\rangle + \cancel{\langle s_p^2\rangle - \langle s_d^2\rangle}}{2} = \frac{1\cdot 2}{2} = 1$$

$$\langle\vec{s}_d, \vec{s}_p\rangle = \frac{s_p(s_p+1) + s_d(s_d+1) - s_u(s_u+1)}{2}$$

$$\frac{3/2 - 2}{2} = -\frac{1}{\cancel{2}\,4}$$

$$g_p = \frac{4\cdot 1 - 2\cdot(-1/4)^2}{3/2} = \frac{8-2}{4} : \frac{3}{2} = \cancel{3}\,6. \Rightarrow \mu_p = 3\mu_Б$$

аналог:

$g_n = -4$

$\mu_n = -2$

10.24 $n + p \to \Lambda + ?$

$$\underset{940}{\begin{pmatrix} u \\ d \\ d \end{pmatrix}} + \underset{938}{\begin{pmatrix} d \\ d \\ u \end{pmatrix}} \to \underset{1115}{\begin{pmatrix} u \\ d \\ s \end{pmatrix}} + \overset{K^+}{\underset{494}{\begin{pmatrix} u \\ \tilde{s} \end{pmatrix}}} + \overset{n}{\underset{940}{\begin{pmatrix} u \\ d \\ d \end{pmatrix}}}$$

откуда? $\tilde{s}$

$$\overset{K^0}{\underset{498}{\begin{pmatrix} d \\ \tilde{s} \end{pmatrix}}} + \overset{p}{\underset{938}{\begin{pmatrix} u \\ u \\ d \end{pmatrix}}}$$

2 канала. Масса в каналах ≈ один

$$T = \frac{(m_н + m_\Lambda + m_K)^2 - (2m_н)^2}{2m_н} c^2 = 1{,}9\ ГэВ$$