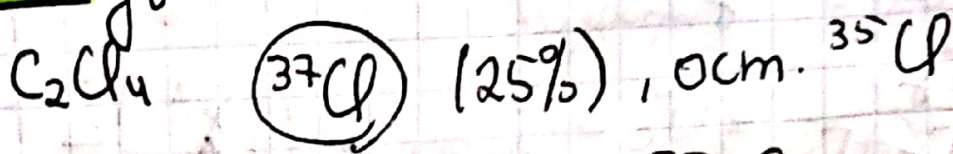


Семинар 14 (02.12.20)

8.62 $j_0 = 5,6 \cdot 10^6 \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$, $M = 615 \text{ т}$

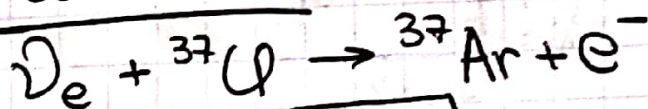


$\sigma = 1,06 \cdot 10^{-42} \text{ см}^2$ — на ^{37}Cl

(^{37}Ar): $T_{1/2} = 35 \text{ сут.}$

Время экспозиции $t = T_{1/2}$. $N_{\text{Ar}} = ?$

Решение



$$\boxed{\text{C}_2\text{Cl}_4} \leftarrow N_{\text{мол}} \cdot n$$

1) Масса детектора

$$M = 615 \text{ т} = [2M_{12\text{C}} + 4(0,75M_{^{35}\text{Cl}} + 0,25M_{^{37}\text{Cl}})] N$$

$$= \underset{\substack{\uparrow \\ \text{нуклоны}}}{m_n} \underbrace{[2 \cdot 12 + 4(0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37)]}_{166} N$$

$$N = \frac{0,615 \cdot 10^9 \text{ г}}{166 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}} = 2,23 \cdot 10^{30} \text{ молекул}$$

$$N_{^{37}\text{Cl}} = 4 \cdot 0,25 N = 2,2 \cdot 10^{30} \text{ ядер } ^{37}\text{Cl}$$

2) Ур-е Карботши:

$$\frac{dN_{Ar}}{dt} = j N_{\alpha} \sigma - \lambda N_{Ar}$$

$$\frac{dN_{Ar}}{j N_{\alpha} \sigma - \lambda N_{Ar}} = dt \rightarrow N_{Ar} = \frac{j N_{\alpha} \sigma}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,613}{35 \cdot 86400} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ c}^{-1}$$

$$1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-\ln 2} = 1/2 \quad (t = T_{1/2})$$

$$N = \frac{5,6 \cdot 10^6 \cdot 2,2 \cdot 10^{30} \cdot 1,06 \cdot 10^{-42}}{2 \cdot 2,3 \cdot 10^{-7}} = 30 \text{ ядер}$$

погода
лима

50e гг. р.н. 2-?

Элементарные частицы.

4 типа взаимодействия:

- 1) Гравитационное ← обменный хар-р
(происходит за счет обмена
вирт. частицами - гравитонами)
- 2) Электромагнитное ← полев. всец. хар-р, т.н. фот.
- 3) Сильное ← мезоны взаимодейств. (обмен вирт. π -мез.)
- 4) Слабое ← правн. в распад. явлениях,
часто объединяется с электромагнитным
(обмен: W^{\pm} бозон, Z^0 бозон)

вещное
объединение

Лептоны - им. отн-е к сильн, слаб. и гравит. взаим.

поколения:

	I	II	III	заряд
	e^- , $t_{жизни} > 10^{21}$ лет ($> t_{распада}$)	μ^- мюон мю-мезон	τ^-	-1
	ν_e	ν_μ мюно зарядис. в космич. лучах	ν_τ	0
Лепт. Заряд	$L_e = 1$	$L_\mu = 1$	$L_\tau = 1$	

у античастиц заряды с прот. знаками.
Лептоны - фундаментальные: распад только
по лепт. каналу в лептоны
меньшего поколения.

	μ^-	e^-	$\bar{\nu}_e$	ν_μ
Заряд	-1	-1	0	0
эл. лепт. заряд	0	1	-1	0
мюонный лепт. зар.	1	0	0	1

Рем
 $s \leftarrow \rightarrow \nu_e$ - левоструйная
 $s \uparrow \downarrow$ движ.
 $\leftarrow \rightarrow \bar{\nu}_e$ - правоструйная
 Спиральность s
 у безмасс. частиц,
 но у нейтрино тоже
 о них говорят, хотя
 правильнее говорить о
 спине

Частицы сильного взаимодействия

Адроны

1) Барионы $B=1$ (p, n, гипероны)

2) Мезоны $B=0$ (π^{\pm}, π^0, \dots)

↓ барион. заряд

↖ более взаимодейств.

Все эти частицы живут дост. долго.

Ядерное время - время пролета частицы
раств-я р-ра ядра со скоростью света

$$\tau_{яд} \sim 10^{-23} \text{ с}$$

Если время жизни ч-ц. $\tau < 10^{-23} \text{ с}$ - резонанс
(сразу распадается)

Идея: кварки - фундамент. частицы, из кот. состоит адрон.

Кварки

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	заряд
u (up)		c	t	$+2/3 e$
d (down)		s	b	$-1/3 e$
		↑ странити	↓ bottom	

Барион - из 3 кварков

Мезон: кварк - антикварк

Барион. заряд $B/3$

$S = -3$ Ω^- - гиперон

$S = -2$ Ξ^- , Ξ^0

$S = -1$ Λ^0 , Σ^+ , Σ^- , Σ^0

$S = 0$ p , n

$+1$ $\tilde{\Lambda}_0$, $\tilde{\Sigma}^+$, ...

$+2$

$+3$

• кварк-фермион
($S = 1/2$)

• антикварк
 $S = -1/2$

Из наших кварков что состоит?

$p = (uud)$, $s = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

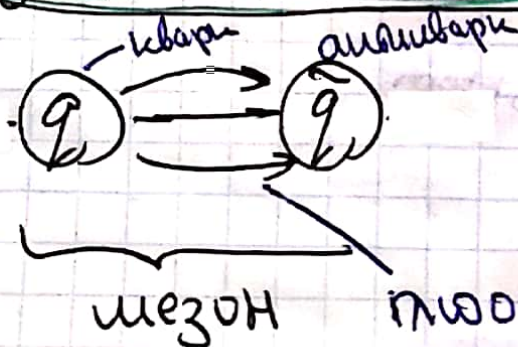
кварков
меньше

• есть наш $s = 3/2$ - ?! Паули. Что-то
это объяснить, взяли еще 1 хар:

цвет:

- в каждой частице белая (бесцвет).
 r, g, b .

Изоп. и кварков нет



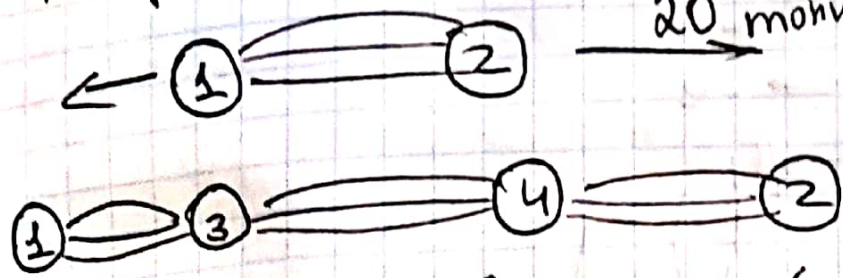
Обмен хар-р форми.
из кварками -
- глюоны (8 типов)

глюоны
струи

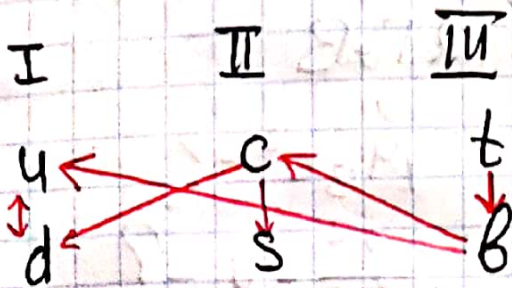
попробуем разорвать G-структуру \Rightarrow

20 тонн. \Rightarrow

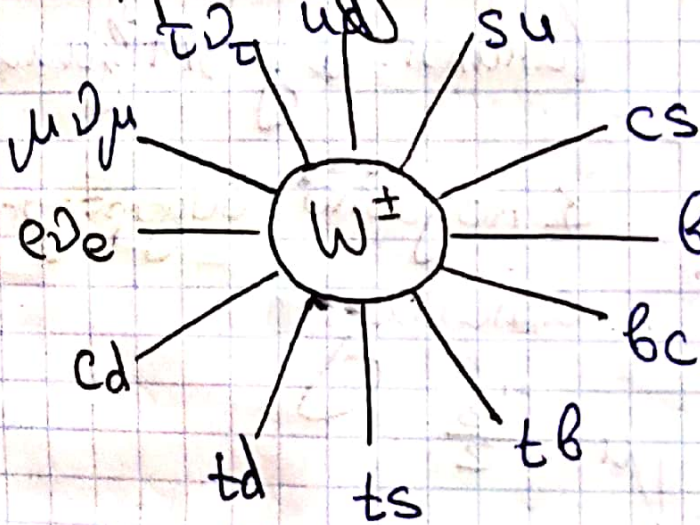
или 1 и 2
род. иварии
3-4



переходы или кваринии (в 1 пош.)



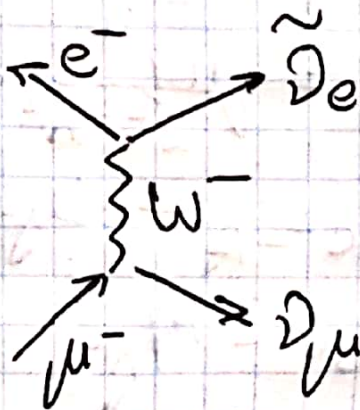
идея - промежуточные W^\pm бозоны



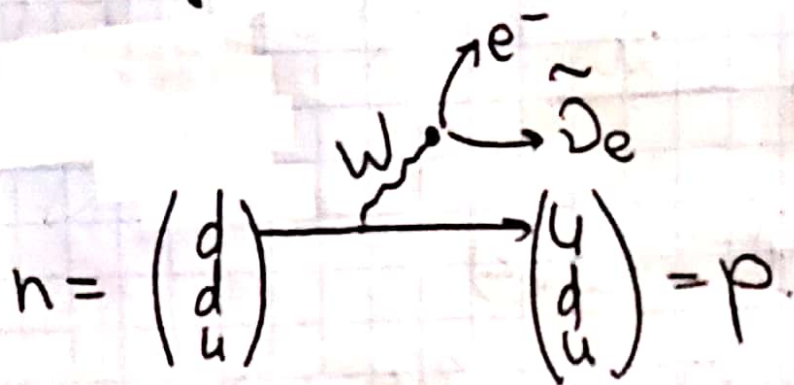
$b_u \leftarrow u_3$ в в и можно
попысь или W^\pm

Схема Фейнмана:

1) $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
2) $W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ - у схемы



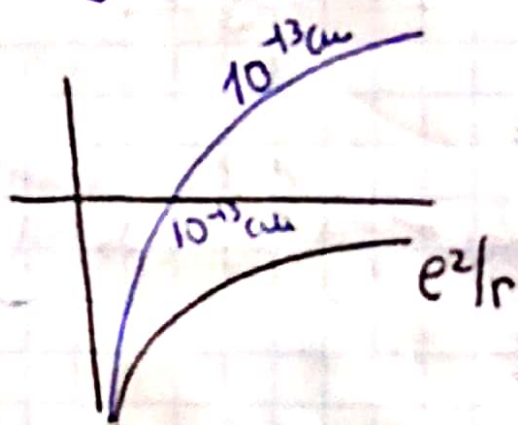
$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e \quad (\text{все 3 с 3 вых.})$$



10.60 Резонанс γ γ'
9,46 10,2 ГэВ

$$\gamma = (v \vec{v}) \quad u = -\frac{q^2}{r} \quad M_B c^2 - ?$$

Мухин-яд. физика



$\frac{q^2}{\hbar c} = g - ?$
Хар-ка сильн. в. физ.
(аналог. д у эл в. физ.)

и подобно водородному
атому

$$\mu = \frac{M_B}{2}$$

$$E_n = -A \frac{1}{n^2} = -\frac{\mu q^4}{2 \hbar^2 n^2} \cdot \frac{c^2}{c^2} = -\sqrt{\frac{\mu}{2}} g^2 \frac{c^2}{n^2}$$

1 шаг. $M_1 c^2 = 2M_B c^2 - A$ — связь

2 шаг. $M_2 c^2 = 2M_B c^2 - A/n^2$
u

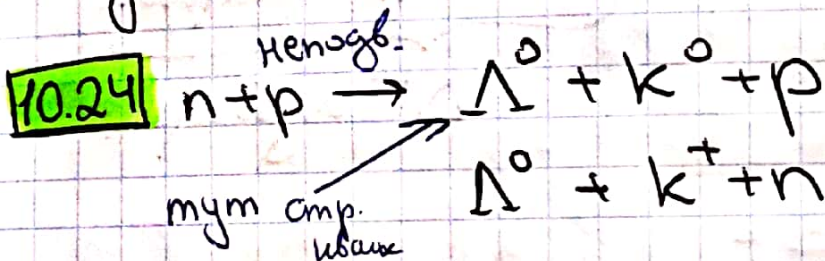
$$\left. \begin{aligned} (M_2 - M_1) c^2 &= \frac{3}{4} A \\ (4M_2 - M_1) c^2 &= 6M_B c^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_B c^2 = \frac{1}{6} (4M_2 - M_1) c^2 =$$

$$= \frac{1}{6} (40,08 - 9,46) = 5,1 \text{ ГэВ}$$

$$(M_2 - M_1) c^2 = \frac{3}{4} A \cdot g^2 c^2 = \frac{3}{16} M_B c^2 g^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g^2 = \frac{16}{3} \frac{\Delta M c^2}{M_B c^2} = \frac{16}{3} \cdot \frac{0,56}{5,1} = 0,586$$

$$g = \sqrt{0,586} = 0,76 = \frac{g^2}{\hbar c} \sim 1$$



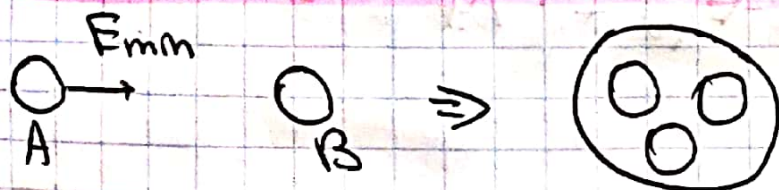
// при распаде S
не сохр

$1 = \Delta S$ более вер.
чем $\Delta S = 2$

$$M_\Lambda c^2 = 1115 \text{ МэВ}$$

$$M_K c^2 = 497 \text{ МэВ}$$

$$M_n = M_p = M = 940 \text{ МэВ}$$



$E_{mn} \Rightarrow$ излуч.
рождающ. чист.
не имеет

Вот и все
(нет
"хорош")

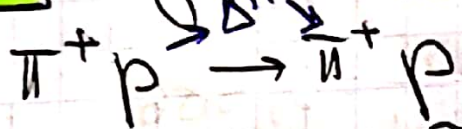
$$E_{\text{пор}} = \frac{(m_c c^2)^2 - (m_A c^2)^2 - (m_B c^2)^2}{2m_B c^2}$$

полная

$$E_{\text{nop}} = \frac{(1115 + 497 + 940)^2 - 2 \cdot 940^2}{2 \cdot 940}$$

$$T_{\text{nop}} = E_{\text{nop}} - m_{\Delta} c^2 = 1,6 \text{ ГэВ}$$

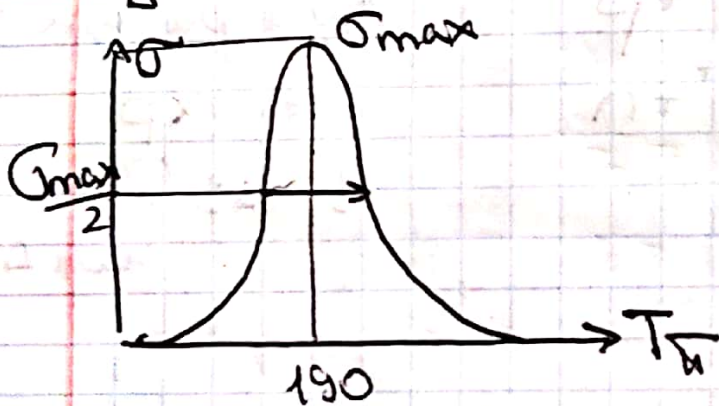
10.62 Реzonанс Δ^{++} в сд. ядро



— упр. рассеяние

При $T_{\pi} = 190 \text{ МэВ} \rightarrow \text{рез-с с } \Gamma = 120 \text{ МэВ}$

$M_{\Delta} c^2 = ?$ $\tau = ?$



полупирина Δ^{++} изобара

$$\sigma_{\text{упр}} = \pi^2 \lambda^2 \frac{\Gamma_{\text{упр}}}{(E - E_p)^2 + \Gamma^2/4}, \text{ где } \Gamma = \Gamma_{\text{упр}} + \Gamma_{\text{расп.}}$$

$$\sigma_{\text{упр}}^{\text{max}} = 4\pi \lambda^2$$

$$\tau \sim \frac{\hbar}{\Gamma} \approx 5,5 \cdot 10^{-24} \text{ с}$$

$$E_{\pi} + m_p c^2 = E_{\Delta}, \quad p_{\pi} = p_{\Delta}$$

$$E_{\pi}^2 + 2E_{\pi} m_p c^2 + m_p^2 c^4 = E_{\Delta}^2 = p_{\Delta}^2 c^2 + m_{\Delta}^2 c^4$$

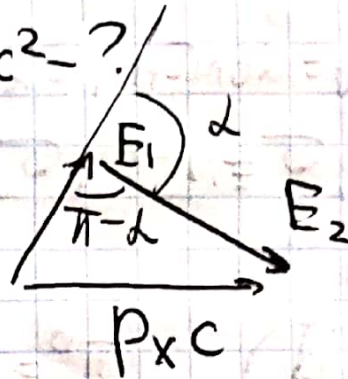
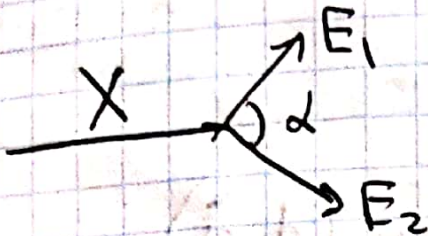
$$\cancel{c^2 p_{\pi}^2} + m_{\pi}^2 c^4$$

$$m_{\Delta} c^2 = \sqrt{(m_p + m_{\pi})^2 c^4 + 2m_p c^2 T_{\pi}} = 1232,5 \text{ МэВ} //$$

Т6 $E_1 = 70 \text{ ГэВ}$ $\alpha = 103^\circ$

$E_2 = 92 \text{ ГэВ}$

$m_X c^2 = ?$



$$T + m_X c^2 = E_1 + E_2$$

$$p_X^2 c^2 = (T + m_X c^2)^2 - m_X^2 c^4$$

$$p_X^2 c^2 = E_1^2 + E_2^2 - 2E_1 E_2 \cos(\pi - \alpha) = (T + m_X c^2)^2 - m_X^2 c^4 = (E_1 + E_2)^2 - m_X^2 c^4$$

$$m_X c^2 = \sqrt{2E_1 E_2 (1 + \cos(\pi - \alpha))} = 125 \text{ ГэВ} //$$