

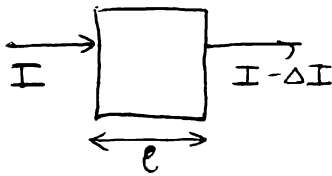
17) Состав и характеристики атомного ядра. Энергия связи ядер. Реакции деления, и синтеза ядер.

1) Размеры атомных ядер

$$r_{\text{ат}} \approx 10^{-8} \text{ см} = 1 \text{ \AA},$$

$$r_{\text{я}} \approx 10^{-13} \text{ см}$$

Определение размеров ядер через сечение рассеяния при рассеянии на ядрах:

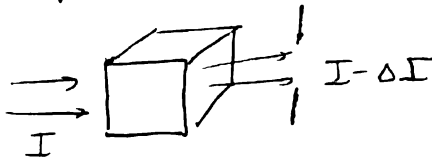


$$-\Delta I = I \rho l n \quad - \text{погл. } e$$

$$\Delta I = I e \cdot n \sigma^i \quad - \text{рассеяние}$$

$$\sigma^i = \pi r_{\text{я}}^2$$

* рассеяние σ в г. объеме: $V = 1 \text{ см}^3$



- ставим элемент так, что рассеивающий не уходит с.

$$\frac{\Delta I}{I} = n \sigma^i l$$

Дан: $\frac{\Delta I}{I} = 0,3, \quad n \sim 10^{24} \text{ см}^{-3} \rightarrow n \sim 10^{24} \frac{\text{см}^{-3}}{\text{см}^3}$

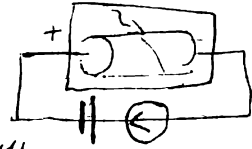
$$\sigma = \pi r_{\text{я}}^2 = \frac{\Delta I}{I n l} = \frac{0,3}{10^{24}} = 10^{-24}$$

$$r_{\text{я}} = \sqrt{10^{-24}} = 0,3 \cdot 10^{-12} \Rightarrow r_{\text{я}} \approx 10^{-13} \text{ см.}$$

Методы регистрации частиц и ядер

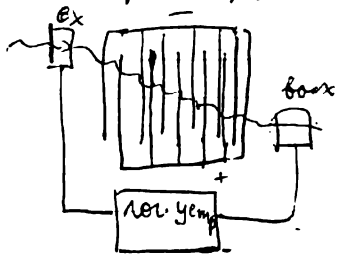
1) Счетчик Гейгера Мюллера

- регистрирует частицу проводом



2) Искровая камера

Управляется входным счетчиком,
фотографирует проводы, во время входа



частицы создает
разность потенциалов

3) Камера Вилсона (пузырьковая)

- при проходе частицы прерывающаяся
линия / переносится на проводники.

4) Масс-спектрометр.

а) магнитный: частица проходит уек.

разность потенциалов, $E = qU$, U иониз.

в камеру с магн. полем H

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{q}{r} v H; E_k = qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{qU}{me}$$

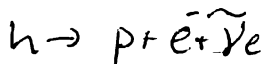
$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2U}; \frac{q}{m} = \frac{q^2 (Hr)^2}{2U m^2 c^2}; \frac{m}{q} = \frac{(Hr)^2}{2U c^2}$$

δ) Время пролетной: измеряет время прохождения расстояния

$$\tau = \frac{L}{v}; \quad qU = \frac{mv^2}{2}, \quad \tau^2 = \frac{L^2}{v^2} = \frac{L^2 m}{2qU}$$
$$\Rightarrow \frac{m}{q} = \frac{2U \tau^2}{L^2}$$

Состав ядра

Ядро состоит из протонов и нейтронов
Свободные нейтроны быстро распадаются,
время жизни где $\tau = 15$ мин



Протоны и нейтроны наз. ед. нуклонами



(вне ядра такой процесс не идет)

Число протонов в ядре обозначают

Z ; число нейтронов N , $A = Z + N$

масса ядра. Атомный с. эквив. м. A

наз. с. Z , но разн. N -изотопы; с. эквив. м. A

A , но разн. м. Z -изотопы; с. эквив. м. N , но разн. м. Z -изотопы.

! В ядрах нет электронов.

$$\square \Delta x \Delta p = \hbar; \quad \Delta x = 10^{-8} \text{ см} \Rightarrow \Delta p = \frac{\hbar}{10^{-8} \text{ см}}$$

$$\Delta E = \frac{\Delta p^2}{2m} = 10^8 \cdot 3 \cdot 6 = 300 \text{ МэВ}$$

слишком большая энергия \Rightarrow
 в ядрах нет электронов

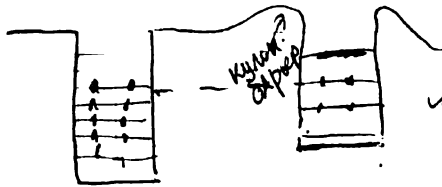
Энергия связи ядер

$$X_Z^A, N=A-Z.$$

$$(N \cdot m_n + Z \cdot m_p) c^2 > M_X c^2$$

$$\Delta m c^2 = \Delta E = (N \cdot m_n + Z m_p - M_X) c^2 -$$

энергия, выделяющаяся при образовании
 ядра \Rightarrow при образовании ядра нуклоны
 попадают в потенциальное ямы.



пот. ямы для
 р и n в ядре,
 минимум полной
 энергии ядра
 обещен в-се

тогда, когда наибольший
 протонный и нейтронный уровни нах. с-т
 на одной высоте.

Реакции деления и синтеза ядер

Разпад ядер. Естественная радиосекционн-н

с некоторого критического значения

массы Z ядра элемента наче m

радиоактивна

$N_{\text{ядер}}$ $\frac{dN}{dt} = -\lambda N dt$, λ - конст. распада;

N - число ядер; dt - время экспон. тла

$N = N_0 e^{-\lambda t}$. Период полу распада:

$T_{1/2} : \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$

$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = \frac{0,7}{\lambda}$, $\tau = \frac{1}{\lambda}$ - время жизни.

За "время жизни" происходит уменьшение кол-ва ядер элемента в N раз.

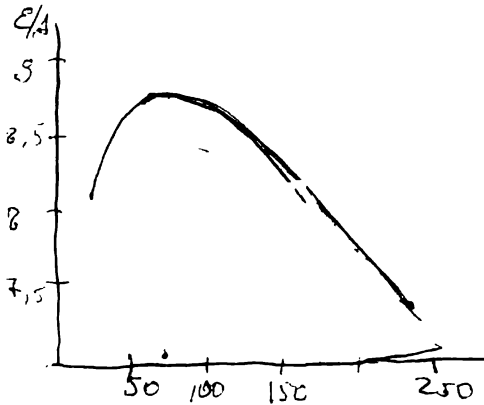
Радиоактивные элементы

серию урана ($T = 4,5 \cdot 10^9$ лет; $U^{235} \rightarrow Pb^{206}$)

серию актиноидов ($T = 7 \cdot 10^8$ лет; $U^{235} \rightarrow Pb^{207}$)

серию тория ($T = 1,4 \cdot 10^{10}$ лет; $Th^{232} \rightarrow Pb^{208}$)

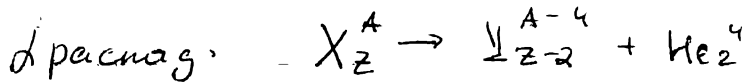
Энергия связи от A



18) Альфа-распад. Зависимость

периода полураспада от энергии

альфа-частицы



Эксперимент: чем больше энергии

высвешивает α -частицы, тем меньше

~~пер~~ время ^{периода} полураспада:

α -распад объясняется образованием

α -частицы в ядре с их последующим

туннелированием наружу

Процесс распада

1) с вероятностью W_1 в ядре

образуется (с выделением энергии $\sim 28 \text{ МэВ}$)

α -ассоциативы.

2) α -ассоциативы имеют энергию E_α

и с вер-ю W_2 они туннелируют

через потенциальный барьер. (Если $E_\alpha > E_b$)

В итоге, вер-ть α -распада -

возвхода α -частицы $W = W_1 \cdot W_2$

Свяжем энергию α резонанса

с пер.м по уравнению

$$V = E_d = \frac{(z-2) \cdot e \cdot z e}{R} \quad \text{— энергия кинетическая электрона с д. резонанса вли сгрд}$$

Коэф-т прозрачности барьера

$$D = \exp \left\{ - \frac{z}{\hbar} \int_R^{R_c} \sqrt{2m_d(V - E_d)} \, dR \right\}$$

$$V = \frac{2(z-2)e^2}{R} ; R_c = \frac{2(z-2)e}{E_d}$$

$$\Rightarrow \ln D = - \frac{2\pi e^2(z-2)}{\hbar} \sqrt{\frac{2m_d}{E_d}} + \frac{8}{\hbar} \sqrt{e^2(z-2)R} m_d = - \frac{B}{\sqrt{E_d}} + C \quad \text{— ось абсцисс}$$

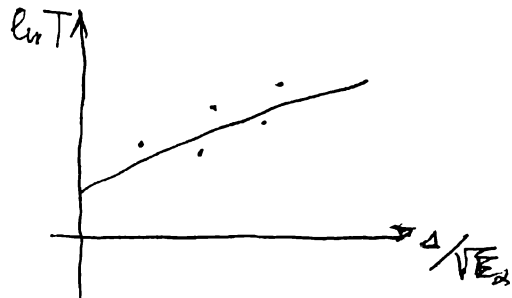
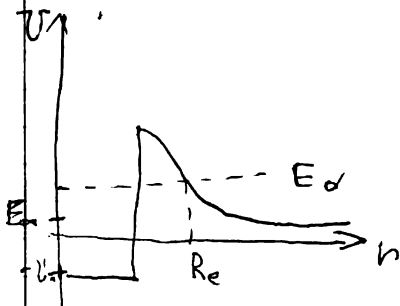
$\tau \approx \frac{\tau_0}{D}$, где τ_0 — время между двумя

ударными α -частицами о "стенку"

~~$\tau \approx \tau_0 D$~~

$$\Rightarrow \ln \tau = \ln \tau_0 - \ln D = \ln \tau_0 - C + \frac{B}{\sqrt{E_d}}$$

\Rightarrow Чем меньше E_d , тем больше D



19) β -распад. Открытие нейтрино.

Несохранение пространственной четности
при β -распаде

β -распад - внутривулканической процесс.

∃ несколько видов:

1) β^- распад: $\chi_z^A \rightarrow \chi_{z+1}^A + e^- + \bar{\nu}_e$

происходит за счет распада n :

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

2) β^+ распад $\chi_z^A \rightarrow \chi_{z-1}^A + e^+ + \nu_e$

происходит за счет позитронного распада

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$$

3) K -захват $\chi_z^A + e^- \rightarrow \chi_{z-1}^A + \nu_e$

$$e^- + p \rightarrow n + \nu_e$$

(K -оболочка - элемент к ядру)

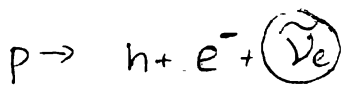
Взаимод. распада, проис-е при β -распаде,

не опис-е ~~не~~ сильными, эл-м. или грав-н

взаимодействиями \rightarrow их называют слабыми

Открытие нейтрино

✗ β распад



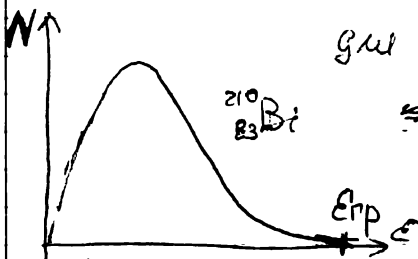
$$n: m_0 c^2 = 939,5 \text{ МэВ}$$

$$p: m_0 c^2 = 938,2 \text{ МэВ}$$

$$\Delta m c^2 = 1,3 \text{ МэВ}$$

Самоспроуожытельное превр. е свое-го р в n
невозможно.

Спектр энергии β -распада непрерывен



для всех ядер, его интенсив.,

и где. всех

верхняя граница

Н. кол-во электронов
с данной энергией

части энергии уходит.
чем-то компенсирующ.

Законы сохр. при β -распаде

3 сохр. зар $0 \rightarrow +1 + -1$ - бон. с

3 сохр. мом. имп: $\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + ?$

3. сохр. энергии $\Delta m c^2 = 1,3 \text{ МэВ}$ -

вызывает противоречие с квант. электр.

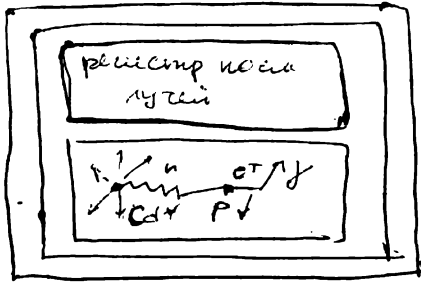
\Rightarrow для выполнения законов необходимо,

чтобы в реакции было еще

частица, спин которой = $\frac{1}{2}$;

заряд - нуль, а энергия $\neq 0$

Эту часть называют нейтроном.



Асимметрично, в нем.

В: вращение, но
 дает нейтроны
 и позитроны.

Нейтроны уходят

в Cd^* , позитроны - асимметрично

с асимметрией в форме 2х γ квантов,

которые ловит детектор на скелет

совпадения, потом разваливаются

каждый и дает еще один фотон

на скелет совпадения. (возле)

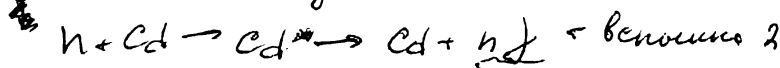
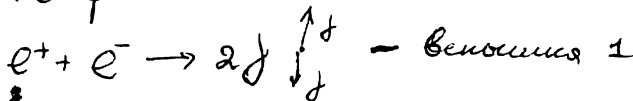
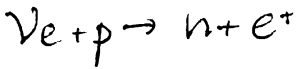
Верхний счетчик регистрирует

"мусор" из γ квантов и позволяет

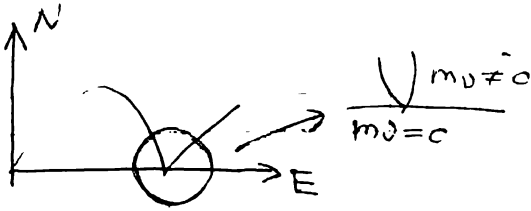
его не учитывать - если что-то

регистрируется одновременно с α

или β , то оно исключается.



Масса нейтрино



Сейчас известно, что $m_{\nu}^2 < 20 \text{ eV}$

Нарушение пространственной четности при β -распаде.

Пространственная четность -

совпадение результатов эксперимента
и его зеркального отражения.

α -распад - эмиссия ν -e; $\left. \begin{array}{l} \text{простр.-я четность} \\ \text{сохраняется} \end{array} \right\}$

β -распад - электромагн. ν -e

β -распад - свободное взаимодействие - простр.
четность сохраняется по дуге.

Опыт это подтверждает

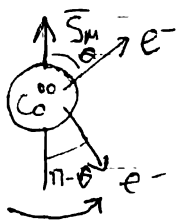
β -активное ядро $Co^{60} \rightarrow Ni^{60} + e^- + \bar{\nu}_e$

Обозначим выходящее напр. e (если

ядро) и дуги смотрят условия

распределение выходящих шхел

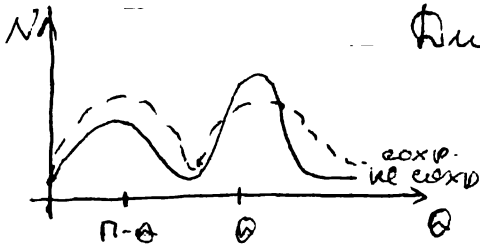
электронов по θ : $N(\theta)$



Возможны 2 вар-та.

$$1) N(\theta) \neq N(\pi - \theta) - \text{нагруж. п.т}$$

$$2) N(\theta) = N(\pi - \theta) - \text{воен. с.}$$



Для β-распада получим, что простр. ценно не сохр. и

(Если мы переопределим свои оси, то $N(\theta) \rightarrow N(\pi - \theta)$; $N(\pi - \theta) \rightarrow N(\theta)$)

Оказывается, что для β распада несохранение простр. и ценности безвозм. ~~нагруж.~~ имеем $\gamma, \tilde{\nu}$ в реакции.

γ-распад

$$X_Z^A \rightarrow X_Z^A + \gamma - \text{внутриядерный процесс}$$

выделены γ кванты как следствие

~~нагруж.~~ перестройки ядерной структуры

в ядре.

Эффект Мессбауэра - излучение γ-квантов без ангаж. Для мессбауэровских

Мини отгоса вапр со вем

Яграм наи цемем \Rightarrow конде. 4

Узнаи мини енеимра.

20) Ускорители заряженных частиц.

$$\lambda_g = \frac{h}{p}; E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow E_k \uparrow, \lambda_g \downarrow - \text{чем}$$

большее частица, тем с более малыми

1. Ускорители прямого действия

Ускоряют заряды прохл частицей

разности потенциалов. Бывают

на каскадном генераторе и на генераторе

Ван дер Граафа

2) Индукционный ускоритель (Бетатрон)

Ускоряет частицы и удерживает их

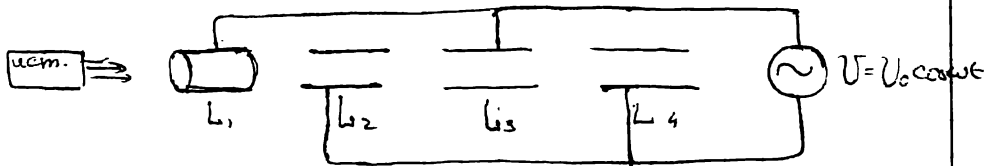
на пост. радиусе

3) Резонансные ускорители

Резонансные ускорители различаются

по типу траектории.

а) Линейные ускорители



$$\tau = \frac{e}{v} = \frac{l}{\lambda} \rightarrow \text{так пока частица}$$

проходит промежутки между трубками,

должна уметь производить переносовки
 Т.к v растет, соотношение между
 длинами труб должно быть $L_1 < L_2 < L_3$
 но при больших v этим можно
 пренебречь

Циклотрон

Принцип - многократное прохождение
 одной и той же траектории.

Циклотрон

Когда частица подходит к электроду,
 происходит переносовка



$$\frac{m v^2}{r} = \frac{q}{e} v H$$

$$c \uparrow v \uparrow r$$

Фазетрон
 без разг. с $v \sim c$

Дает более высокие энергии, чем
 циклотрон. Отличается от циклотрона
 тем, что может разогнать до
 релятив. скоростей, т.к. для
 ускорения применяется

Электр. поле медленно меняющейся частоты \Rightarrow частота тока равна частоте обратного течения, которая уменьшается из-за релакт. ~~увеличения~~ ^{увеличения} массы. Фаза тока падает по мере вхождения ~~в~~ ~~решетку~~ решетки

Синхротрон

Синхрофазотрон

	ω	ω	R
У.	полет	полет	полет
Ф.	полет	полет	полет
С	полет	полет	полет
СФ	полет	полет	полет

4. Коллайдер (ускорители на встречных пучках)
 Принцип действия:

2 частицы с одинаковыми ЭИ и к

летят друг на друга.

$E = k + E_0$ в с.о. одной из частиц

ИИУ: $E^2 - p^2 c^2 = E_0^2$ с.у.м: $\vec{p}_1 \leftarrow \vec{p}_2$

$pc = \sqrt{k(k+2E_0)}$ лад: $E_0 \leftarrow \frac{E'}{2} k'$

В системе с.у.м:

$$\begin{aligned} (2E_0)^2 - (0)^2 c^2 &= (E' + E_0)^2 - (p'c)^2 = \\ &= E'^2 + 2E'E_0 + E_0^2 + (\cancel{k}(k+2E_0))^2 = \\ &= E'^2 + 2E'E_0 + E_0^2 - (E' - E_0)(E' + E_0) = \\ &= 2E'E_0 + 2E_0^2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 2E = E'E_0 + E_0^2$$

$$E' = \frac{2E^2}{E_0} - E_0 \quad (1)$$

$$k' = 2 \left(\frac{E^2 - E_0^2}{E_0} \right) \quad (2)$$

Умножим на $E \gg E_0$

$$k' = \frac{2E^2}{E_0}$$

Ускорение протона: $E_0 = 0,938 \text{ ГэВ}$,

$$E = 10 \text{ ТэВ}; \quad k' = 20 \text{ ГэВ}$$

21) Фундаментальные частицы. Семейство
векторных бозонов и 12 фермионов.

Термоядерные реакции в звездах

по поколениям		1e	2e	3e		Q
кварки	верхние	u <small>up</small>	c <small>charm</small>	t <small>top</small>	}	+ 2/3
	нижние	d <small>down</small>	s <small>strange</small>	b <small>bottom</small>		- 1/3
лептоны	нейтральные	ν	ν_μ	ν_τ	}	0
	заряженные	e	μ <small>muon</small>	τ <small>tauon</small>		-1

Протоны и нейтроны состоят из 3х кварков

$$P(u, u, d) \quad N(u, d, d)$$

Кварки - фундаментальные фермионы,
участвующие в сильных взаимодействиях

Лептоны - фундаментальные фермионы, не
уч. в сильных в.з.

Ароматом кварка наз-т его разность.

Фермионы I го поколения.

$$e, \nu(e), \text{дэйтрон (термояд)} \dots$$

Фермионы
4-го поколения

$$2e + 4p \rightarrow He^4 + 2\nu_e + 26,73 \text{ МэВ}$$

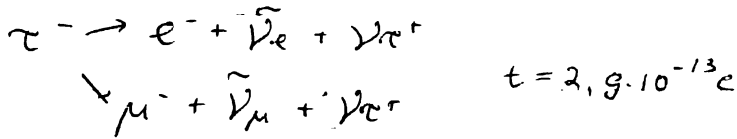
→ где отсюда реакции, с которыми
 мы работаем, относятся ко 1-му
 поколению.

II поколение - нестабильные

частицы



III поколение

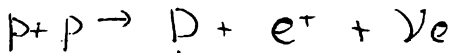


Все фермионы, кроме I поколения
 нестабильны.

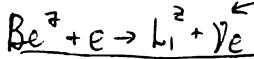
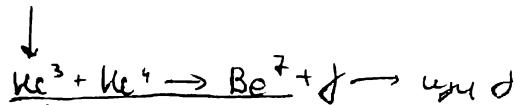
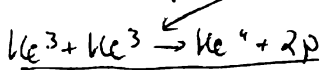
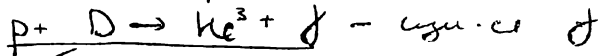
Но благодаря процессам, происходящим
 с участием фермионов II и III

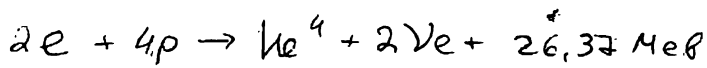
Термоядерные реакции в звездах

pp цепь



↓ гамма-кванты





У звезды с большой температурой идет CNO цикл.

Фундаментальные векторные бозоны

Все взаимодействия - обменные, переносимы - бозоны

Бозон	Обозн.е	Взаимог.е	S	Q
Фотон	γ	Электром.	1	0
Глюон	g	Сильн.	1	0
Нейтр. слаб. бозон	Z^0	слаб	1	0
Заряд. слаб. бозон	$W^{+/-}$	слаб	1	+/- 1

Векторный - скалярный бозон:

$$S=0 \quad 2S+1=1 \quad - \text{скал. бозон}$$

$$S=1 \quad 2S+1=3 \quad - \text{векторный}$$

$$S=2 \quad 2S+1=5 \quad - \text{тензорный}$$

82) Триггерами являются взаимодействия и их характеристики.

Триггером является взаимодействие

Общая характеристика взаимодействий

В. Э. Основных взаимодействий - сильное, слабое, гравитационное, электромагнитное.

Общими характеристиками являются:

- 1) Константа взаимодействия - ~~характеристика~~ определяет вер. ть процессов, обусловленных данным видом взаимодействия. (α)
- 2) Радиус действия - порядок расстояния, на котором проявляются данные взаимодействия. (r)
- 3) Характерное время жизни частицы, обуславливающей взаимодействие (τ)
- 4) События частицы, обуславливающие взаимодействие (мы знаем, ...)

что обмениваются явл. с 1-с
 3 и у них есть такие частицы,
 и предположим, что у гравит.
 взаимодействия она тоже есть)

Чем больше масса обмениваемого
 кванта взаимодействия, тем
 меньше энергии этого в.д.

Основные характеристики можно свести в
 таблицу

Взаимод. с	α	τ_0	τ	квант	обозн
Сильное	1	10^{-13}	10^{-23} с	глюон	g
Эл/м	$\frac{1}{137}$	∞	10^{-16} с	фотон	γ
Слабое	10^{-14}	10^{-16}	10^{-5}	W [±] /Z ⁰	Z ⁰ /W [±]
Гравит.-е	10^{-39}	∞	∞	гравитон	χ

τ_0 - энергия в.д.

$$V = \tau_0 e^{-r/r_0}$$

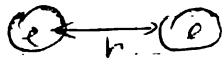
$$\alpha = \tau_0 / mc^2$$

$$\tau = \hbar / \tau_0$$

} связь основных
параметров

Например χ электромагнитное

$\lambda_3 - e^1$



$$V_0 = \frac{e^2}{r_{\min}}$$

$$r_{\min} = \frac{\hbar}{mc} = \lambda_{\text{компт.}}$$

$$d = \frac{V_0}{mc^2} = \frac{e^2 mc}{\hbar mc^2} = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$$

$$\tau = \frac{\hbar}{V_0} = \frac{\hbar \hbar}{e^2 mc} = 10^{-6} \text{ с}$$

Заряд - величина, определяющая

способность частицы к взаимодействию

ЭЛ/м заряд - спос. ме к ЭЛ/м ν_0 -ю

спад - к спад.

цвет - к сильному

А что с грав. м?

Гравитационное взаимодействие

$$\alpha_{\text{гр}} = \frac{G m_{\text{пр}}^2}{\hbar c}$$

$$G \sim 10^{-11} \quad c \sim 10^9 \quad \hbar \sim 10^{-34}$$

Гравитон должен обладать большой

массой - где его обнаружат? и куда

он должен идти.

$$m_{\text{пр}} \sim \frac{10^{13}}{10^9} = 10^4 \text{ кг}$$

Бези Хиггса - формирует поле, которое

"пронизывает" всю нашу действительность,

и энергия этого поля обрешет. массу

23) Электромагнитное взаимодействие

Зависимость от постоянной скорости энергии

Электр. заряд - величина, определяющая способность к электромагнитному взаимодействию

Электромагнитное в.е. описывает все реально ^{воспринимаемое} ~~подлежащее~~ (кроме грав.-х) силы природы.

Переносчиком электромагнитного взаимодействия является фотон,

причем различают 2 вида фотонов: свободные ~~реальные~~ и виртуальные

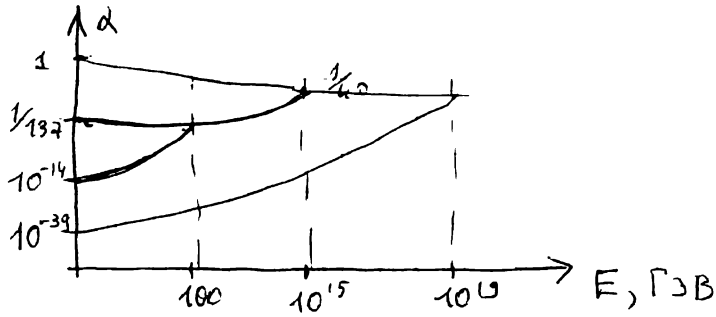
$$\text{Своб. фотоны: } E = c^2 k^2 \hbar^2;$$

$$E = \hbar \omega; p = \hbar k = \hbar \frac{\omega}{c} \Rightarrow \hbar \omega = p c^2 = \hbar k c^2$$

$$\text{Виртуальные фотоны: } E^2 \neq \hbar^2 k^2 c^2$$

Поведение свобод. фотонов описывается классической электродинамикой, виртуальных - квантовой

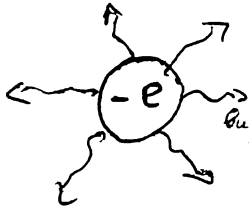
При больших энергиях все ν_i
 сливаются в одно



Но $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$. Получается, что при
 увеличении E уменьшается заряд
 электронов? - Нет, просто для больших E
 он уменьшается. Объясним это

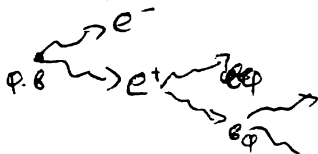
Поларизация вакуума

4 электроны в вакууме



Если не происходит
 вирт. фот. ν_i , то вирт. фотон
 должен исчезнуть.

Вирт. фотон распадается на электроны
 позитроны. Они тоже могут испускать



в. ф., которые
 тоже могут р. а. н. с. в

Пара e^+, e^- поляризуется из-за наличия
исх-го электрона, и вокруг
электрона получается "шуба"
поляризованного вакуума

Такая шуба будет вокруг каждого
 e , возникая полученное из фотона
Размеры шубы с ростом энергии
будут уменьшаться, т.к. заряды
могут подойти ближе друг к другу.

(Это доказано спонтанно с рассеянием
в поле - в росте поле эфф.е сст.т
рассея уменьшается)

Поляризованная "шуба" уменьшает
заряд электрона, т.к. позитроны
в ней подходят к исходному электрону
ближе, чем электроны \Rightarrow аннигилируют
с электронами, они уменьшают его
поле \Rightarrow

Численный заряд $|e^*| > |e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

24) Слабое взаимодействие и его
 CP-симметрии. Электромагнитное
 вз-е. и Стандартная модель. Эксп.
 измерение величин углов Вайнберга

Слабое взаимодействие - взаимодействие
 с участием лептонов.

Например, процесс β^- распада

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

- и $\alpha \rightarrow d$ за счет слабого взаимодействия.

Слабое взаимодействие - внутривидовой
 процесс

Переносчик слабого взаимодействия - Z^0 бозон,
 W^{\pm} бозоны

Источником W^{\pm} бозонов является слабый
 заряд, он является характеристикой

свободности частицы к слабому
 взаимодействию.

$$g_{Z^0} = \frac{g_Z^2}{\hbar c}; \quad g_{W^{\pm}} = \frac{g_W^2}{\hbar c} - \text{константы}$$

отличаются $\approx 10\%$

$m_z = 94,2 \text{ ГэВ}$, $m_w = 80,4 \text{ ГэВ}$ -

разница Δ сур. с разницей масс
(если меньше m , тем больше Δ)

Было обнаружено, что при слабом
взаимодействии не сохраняется простран-
ственность из-за того, что в них
участвует нейтрино, которое обладает
спиральностью.

При больших энергиях $E \gg m$ и слабое
взаимодействие сводится к одно-
элементарному. Степень отведения
описывается через угол Вайндера Θ_w

$\frac{e}{g} = \sin \Theta_w$ - это не реальный $\sin \Theta_w$

но e/g тоже меньше чем $0 < \Theta_w < \frac{\pi}{2}$ -
0 когда $g \rightarrow 0$ и e конечны и $\frac{\pi}{2}$ когда
они неразличимы.

Экспериментальное

\times Вспечные нули e^+ и e^-



Они рассеиваются на некоторой угол

Измеряют интенсивность I^+ и I^-

Если $v \ll c$ можно измерять,

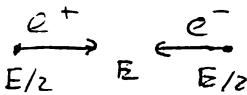
то из-за симметрии $\cos \theta$ и $I^+ = I^-$

Если электромагнетизм, то $I^+ \neq I^-$

При $E \sim 1 \text{ МэВ} = 10^{-3} \text{ ГэВ}$ $I^+ = I^-$

При $E \sim 50 \text{ ГэВ}$ - $I^+ \neq I^-$

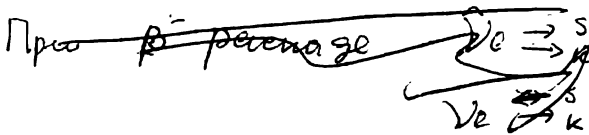
$E \sim 100 \text{ ГэВ}$ $I^+ \neq I^-$ больше, чем



\Rightarrow с ростом энергии $v \ll c$ e^+ и e^- переходят

в электромагнетизм

Измерение $\sin^2 \theta \omega$



~~Или~~ измерение угла
направлено по нормали
к левой и правой
детекторам,
и симметрично расходу
и $\cos^2 \theta$ измерить углы

Измеряется $I : I_1 \leftarrow \frac{I}{S}, I_2 \leftarrow \frac{I}{S}$

$$I_1 \neq I_2$$

$$A = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} = f(\sin^2 \theta \omega) - \text{асимметрия}$$

25) Сильное U_c -е, цветовой заряд, глюоны, удержание кварков. Великое объединение.

Сильное U_c -е

$\alpha = 1$, фермион = 1 глюон, самые большие расен.



$$\alpha = \frac{g^2}{4\pi\epsilon} = 1 \quad ; \quad U = -g^2 \frac{e^{-\frac{r}{\lambda_0}}}{r} \text{ - пот. и Юкавы.}$$

Свойства сильного U_c -е:

1) Сильное U_c -е ответственно за

устойчивость ядра всегда явл-ся

притяжением

2) Не зависит от знака электр.зар.

(P-P, P-n, n-n - одинаковые U_c -е)

3) Переносчики - глюоны

4) Источником глюонов является

"цветовой" заряд.

5) Универсальность: не все частицы

участвуют в сильном U_c -ии:

уравнение - адрон, не уе-е
- мезоны.

6) Обладает самой высокой симметрией.

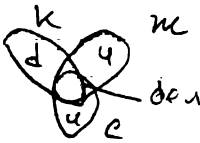
(наибольшее число воп-ся законов
сохр-я) - выполняются и приближ-е
и точные законы сохр-я для
элементарных частиц.



"цвет" - дополнительное кв число

Различают u, c, k (верхний, средний, нижний)

Есть антицвет $\bar{u}, \bar{c}, \bar{k}$



Э принцип безцветности

стабильных частиц -

уекой евое частицы големы

быть безцв.

* Π^+ мезон $(u, \bar{d}) \Rightarrow$ увета u, \bar{d}

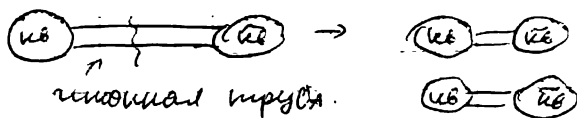
голыми ~~гж~~. Быть противополож.

Кварни меням арасы, ие карна
 безв-ни сарна

∃ на самом деле $3(6+6) = 36$ парни
 кварнов (с учетом цвета)

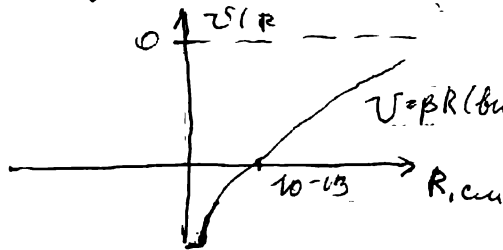
Упрощение кварнов. Асимптотич. сведение

Получить свод. кварни невозможна
 (как свод полей мюмита)



Кварни ие ∃ в свод. виде. нон-р дн-р
 ∃ + кварн / антикварн всегда < 0.

~~внутри сгг~~ - внутри сгг



$$F = -\text{grad } U =$$

$$= -\frac{dU}{dR} = \beta$$

$$dA = (F d\ell) = \beta d\ell$$

$$A_{12} = \int_{r_1}^{r_2} F d\ell = \beta (r_2 - r_1)$$

Кварн елем-и свод. гном, если $r_2 \rightarrow \infty$,

но тогда $A_{12} \rightarrow \infty \Rightarrow$ свод. кварнов ∃,
 нму.

Асимптотическая свобода

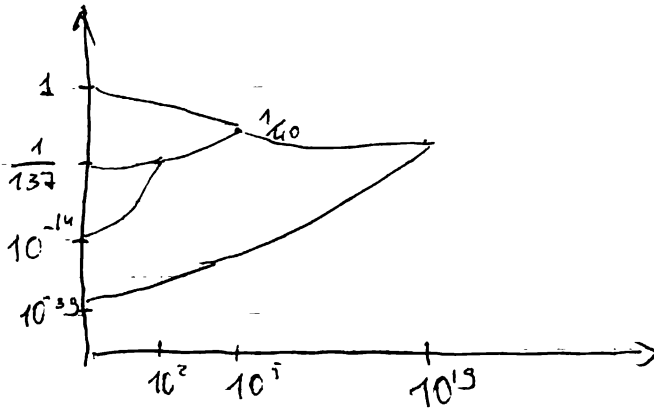
При $x \ll R_A \approx 10^{-15}$ см кварки

примыкают и ведут себя почти как свободные частицы, но они никогда

не смогут разойтись, у них свобода

в рамках допустимого расстояния

Великое объединение



С ростом энергии ~~растет~~ ^{падает} n $\nu \rightarrow 1 \Rightarrow$

g падает

- второе поколение и четвертое поколение

- объединение сил