

JLC での物理

藤本 順平

Jun 27, 2000

総研大 夏期実習

1. 加速器実験と日.
特に衝突型
2. 標準理論と日.
3. JLC 計画

1. 加速器実験

- 実験条件と制御できる。

再現性

- 保存則 を満たす \bar{v} の粒子は
正確に生成される。

↓

- ・ エネルギー・運動量 保存
- ・ 量子数

新粒子の発現 ← 理論の予測を越える
こゝから。

e^+e^- の場合 $s > 4m^2$ を満たせば可。

- 理論の精密検証 が可。

\mathcal{L} : ラグランジアン ← 運動方程式の源。
登場する粒子・力の情報が
全て含まれる。

場の理論

↓

断面積 の $\frac{\text{計算}}{\text{測定}}$ ← 実験における検点

↑
実験

くりこみ群の考え

断面積 : 反応の確率

実験では.

General purpose detector で 反応の 全 とした。

軌跡, 運動量,
エネルギー, 種類

衝突中心.

↓
ビームス測定器 (前検点)

↓
軌跡検出器 (軌跡), (運動量)

↓
マグネット (運動量)

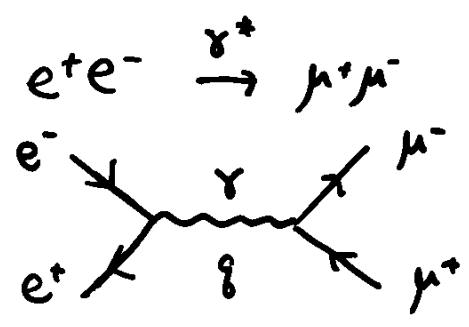
↓
カリファ (エネルギー)

↓
ミュオンチェンバー (μ粒子)

残りは 1本光線の読み

理論から.

\mathcal{L} $\xrightarrow{\text{摂動理論}}$ ファインマン図 \rightarrow 断面積の計算.



$$M = \bar{v}(e) (-ie\gamma_\mu) u(e) \cdot \bar{u}(\mu) (-ie\gamma_\nu) v(\mu) \cdot (-i \frac{g_{\mu\nu}}{q^2})$$

$$\sigma \propto |M|^2$$

$$\rightarrow \frac{87}{s} \text{ mb} \quad \left(\frac{87}{s} \times 10^{-28} \text{ cm}^2 \right)$$

s = GeV 単位

くりこみ群 に基く 考え方.

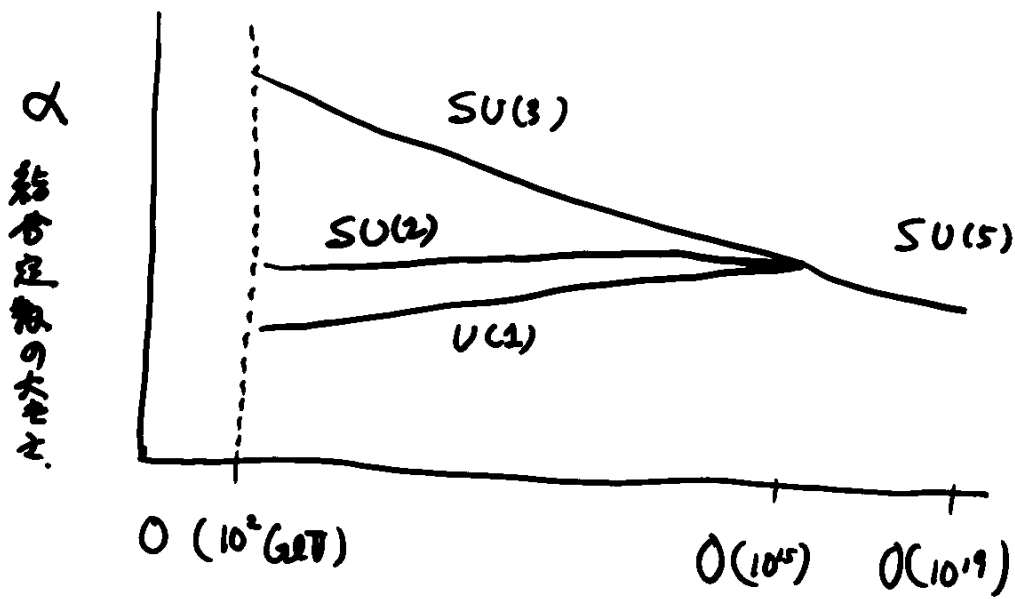
エネルギー

日常生活 $\sim eV$

原子 $\sim keV$

原子核 $\sim MeV$

くりこみ群 : 高いエネルギー ZT-UK 理論を
適用し 予測 する.



結合定数の大きさを.

II. 標準理論

1) 物質構成の場

$$\begin{array}{l}
 \text{クォーク} \quad \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix} \\
 \text{レプトン} \quad \begin{pmatrix} \nu_e \\ e \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu_\tau \\ \tau \end{pmatrix}
 \end{array}$$

2) 力の場 (ゲージ場)

電磁気力 γ
 弱い相互作用 W^\pm, Z^0
 強い相互作用 g

3) 真空には ヒッグス 場が つまひる

この世界は 極低温状態にあり
 ヒッグス 粒子の凝縮した "超電導状態"
 に なっている。



質量を生む:

フェルミオン 質量 0 ← カイラル対称性
 ゲージボソン ← ゲージ対称性



実験とよく合う
 各種質量
 各種断面積

PEP, PETRA
 TRISTAN,
 LEP I, LEP II SPPS
 TEVATRON

~ 0.1% の精度

しかし ○ Higgs 粒子が 確認されていない。

○ 10^3 t - q が 何故この値と異なるかわからず。

20 位の 不定 110347-

結合定数 : $e, \sin\theta_w, \alpha_s$

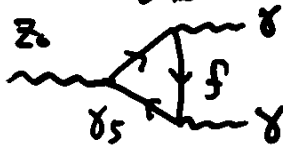
質量 : W^\pm, Z 2ヶ
 フェルミオン 9ヶ ($\nu_{120 \times 3}$)
 \Downarrow
 12ヶ ($M_U \times 0$)

CKM 行列 : $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \delta$

世代数 : 3 写 2.

大統一理論?

- $(e, \sin\theta_w, \alpha_s) \rightarrow \alpha$
- 電荷の量子化 \leftarrow why $\frac{1}{3}e = e_d?$, $\frac{2}{3}e = e_u?$
- 三角異常 ~~の~~ 相殺.



110347 加減保存則の破れ.

\downarrow
 C/P 不保
 (予言能力ゼロ)

\downarrow
 $\begin{pmatrix} u \\ d \\ \nu \\ e \end{pmatrix}$ の組み合わせの相殺.

\Downarrow
 あるエネルギースケールで 310の 結合定数が一致するようになる

\downarrow
 $\sim O(10^{16} \text{ GeV})$ GUT scale.

2つの ヒッグス 粒子

$\langle \Phi \rangle$ と $\langle H \rangle$

$O(10^{15}) \text{ GeV}$ $O(10^2 \text{ GeV})$



fine tuning problem (naturalness)

軽い ヒッグス 粒子の 質量

$$M_H^2 = 4\lambda \langle H \rangle^2 \sim (250 \text{ GeV})^2$$

と 30% 量子補正効果と 考え比.



$$\delta M_H^2 \sim \text{const. } g^2 M_\Phi^2 \sim 10^{30} \text{ GeV}^2 !!$$



26桁の 補正が 擾乱の 各次級で おきる. 本当か!!

ヒッグスは

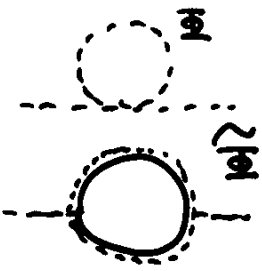
回避策 1

素粒子ではない.

→ 電弱統一理論のために 束縛状態と 考え. 1 TeV 以上に 重い ダイナミクスと 考え. ランダウ-ゲージ理論

回避策 2.

U-1 の 発散 と 個々の 問題.



$\Phi: 207-$

$\tilde{\Phi}: 720$
逆符号

相殺.

超対称性理論

Ⅳ. JLC 計画

8

- 円形加速器は限界 $\sqrt{s} \sim 200 \text{ GeV}$
- $\leq 750 \text{ GeV / beam}$ の実験 (たい).

⇓ JLC

① top-quark 工場

$$m_t = 173.8 \pm 5.2 \text{ GeV} \quad (\text{TEVATRON})$$

↑

$$\sqrt{s} \sim 350 \text{ GeV}$$

↓
QCD(α_s) の精密測定.

② Higgs 探索

最小超対称性標準理論 (MSSM)

これは Higgs は軽い $M_{\text{Higgs}} < 150 \text{ GeV}$

一方 LEP II の $M_{\text{Higgs}} >$

③ 標準理論と超対称現象

- \rightarrow ニュートリノ理論
- 超対称性理論