

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

Các quá trình rã sinh U-hạt

Mô hình chuẩn kết hợp điện động lực học lượng tử (QED) và lý thuyết trường lượng tử cho tương tác mạnh (QCD) để tạo thành lý thuyết mô tả các hạt cơ bản và 3 trong 4 loại tương tác : Tương tác mạnh, yếu, điện từ là nhờ sự trao đổi gluon, năng lượng và Z boson photon . Cho đến nay, SM mô tả được 17 loại hạt cơ bản, 12 fermion (và nếu tính phản hạt thì là 24), 4 boson vectơ và 1 boson vô hướng. Các hạt cơ bản này có thể kết hợp để tạo ra hạt phức hợp. Tính từ những năm 60 cho đến nay đã có hàng trăm loại phức hợp được tìm ra.

Nhưng mô hình chuẩn không thể giải thích tất cả các hiện tượng của tương tác giữa các hạt, đặc biệt là ở thang năng lượng lớn hơn 200 GeV và thang Planck. Vì vậy, việc mở rộng mô hình chuẩn là việc làm mang tính thời sự cao. Trong các mô hình chuẩn mở rộng sẽ tồn tại các hạt mới so với các tương tác và hiện tượng vật lý mới cho phép ta thu được các số liệu làm cơ sở chỉ đường cho việc đề ra các thí nghiệm trong tương lai.

Trong những năm gần đây, các nhà vật lý rất quan tâm đến việc phát hiện ra các hạt mới trên máy gia tốc, đặc biệt là LHC. Tuy nhiên, các đặc tính liên quan đến các hạt này cần phải được chính xác hóa và được hiểu sâu sắc hơn đặc biệt là thông qua quá trình tán xạ, phân rã có tính đến hiệu ứng tương tác với chân không cũng như pha vi phạm CP.

Cũng trên quan điểm này người ta đề cập đến nhiều chất liệu không hạt (unparticle stuff) và kéo theo đó là vật lý không hạt (unparticle physics). U – hạt tuy không có khối lượng nhưng vẫn có tính chất là bất biến tỉ lệ, chưa được tìm thấy nhưng nó được cho rằng nếu tồn tại sẽ tương tác rất yếu với vật chất thông thường

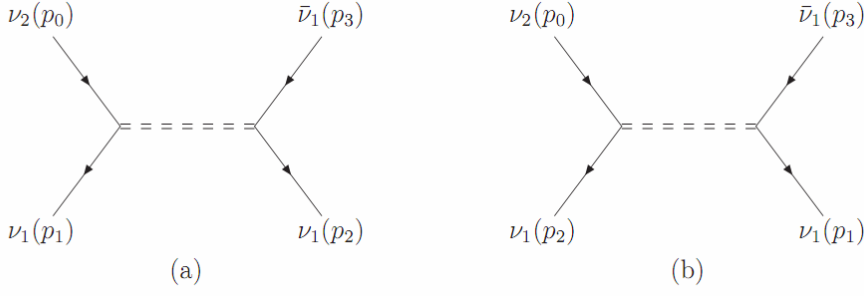
Các quá trình rã sinh u-hạt.

Quá trình rã $\nu_2 \rightarrow \nu_1 + \bar{\nu}_1 + \nu_1$

Sơ đồ của quá trình: $\nu_2(p_0) \rightarrow \nu_1(p_1) + \nu_1(p_2) + \bar{\nu}_1(p_3)$

Biên độ rã:

$$M = M_1 + M_2$$



Giản đồ Feynman của quá trình $\nu_2 \rightarrow \nu_1 + \bar{\nu}_1 + \nu$

Trong đó:

$$M_1 = -\frac{c_V^{\nu_1\nu_2} c_V^{\nu_1\nu_1}}{\Lambda_U^{2d_U-2}} \frac{A_{du} e^{-i\phi}}{2 \sin d_U \pi} \frac{\bar{u}(p_1) \gamma_\mu (1 - \gamma_5) u(p_0) \bar{u}(p_2) \gamma_\mu (1 - \gamma_5) v(p_3)}{(q_1^2)^{2-2d_U}}$$

$$M_2 = +\frac{c_V^{\nu_1\nu_2} c_V^{\nu_1\nu_1}}{\Lambda_U^{2d_U-2}} \frac{A_{du} e^{-i\phi}}{2 \sin d_U \pi} \frac{\bar{u}(p_2) \gamma_\mu (1 - \gamma_5) u(p_0) \bar{u}(p_1) \gamma_\mu (1 - \gamma_5) v(p_3)}{(q_2^2)^{2-2d_U}}$$

Bình phương của yếu tố ma trận

$$|M|^2 = \left(\frac{c_V^{\nu_1\nu_2} c_V^{\nu_1\nu_1}}{\Lambda_U^{2d_U-2}} \frac{A_{du} e^{-i\phi}}{2 \sin d_U \pi} \right)^2 \left(\frac{1}{(q_1^2)^{2-2d_U}} + \frac{1}{(q_2^2)^{2-2d_U}} \right)^2 256(p_1 p_2)(p_0 p_3)$$

$$d\Gamma_V = \frac{1}{(2\pi)^3} \frac{1}{8m_{\nu_2}} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \left(\frac{c_V^{\nu_1\nu_2} c_V^{\nu_1\nu_1}}{\Lambda_U^{2d_U-2}} \frac{A_{du} e^{-i\phi}}{2 \sin d_U \pi} \right)^2 \left[1 + \frac{(1 - \cos \theta)^{2d_U-2}}{2} \right]^2 s^{4d_U-4}.$$

$$.256(p_1 p_2)(p_0 p_3) dE_1 dE_2$$

$$\Rightarrow \frac{d\Gamma_V}{ds} = \frac{1}{(2\pi)^3} \frac{1}{8m_{\nu_2}} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \left(\frac{c_V^{\nu_1\nu_2} c_V^{\nu_1\nu_1}}{\Lambda_U^{2d_U-2}} \frac{A_{du} e^{-i\phi}}{2 \sin d_U \pi} \right)^2 \left[1 + \frac{(1 - \cos \theta)^{2d_U-2}}{2} \right]^2 (4d_U - 4) s^{4d_U-5}.$$

$$.256(p_1 p_2)(p_0 p_3) dE_1 dE_2$$

Từ kết quả tính toán trên ta thấy:

$$\text{Khi } d_U > 1: \quad \frac{d\Gamma_V}{ds} > 0$$

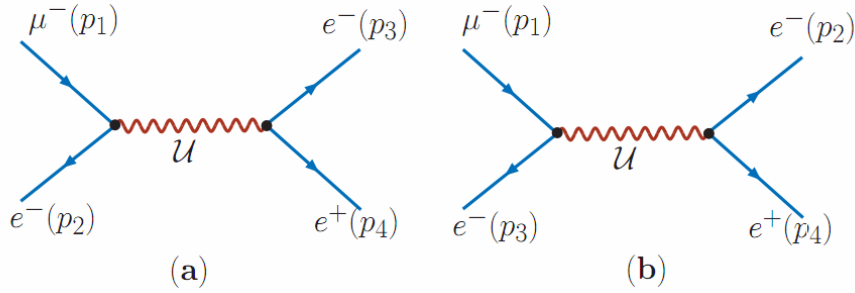
$$\text{Khi } d_U < 1: \quad \frac{d\Gamma_V}{ds} < 0$$

Điều đó chứng tỏ độ rộng phân rã $d\Gamma_V(\nu_2 \rightarrow \nu_1 + \bar{\nu}_1 + \nu)$:

Tăng theo s khi $d_U > 1$

Giảm theo s khi $d_U < 1$

Quá trình rã $\mu^- \rightarrow e^- e^+ e^-$



Biên độ rã:

$$M = M_1 + M_2$$

Trong đó:

$$M_1 = F_1 \bar{u}_2 \gamma_\mu (a_1 + a_2 \gamma_5) u_1 \bar{u}_3 \gamma^\mu (a_3 + a_4 \gamma_5) v_4$$

$$M_2 = -F_2 \bar{u}_3 \gamma_\mu (a_1 + a_2 \gamma_5) u_1 \bar{u}_2 \gamma^\mu (a_3 + a_4 \gamma_5) v_4$$

Với:

$$F_1 = \frac{A_{du}}{\Lambda_U^{2d_U-2} \sin d_U \pi} (-P^2 - i\epsilon)^{d_U-2}$$

$$F_2 = F_1(P \rightarrow Q)$$

$$P = p_1 - p_2 = p_3 + p_4$$

$$Q = p_1 - p_3 = p_2 + p_4$$

$$a_1 = C_V^{\mu e}, a_2 = C_A^{\mu e}, a_3 = C_V^{ee}, a_4 = C_A^{ee}$$

Bình phương của yếu tố ma trận:

$$|M|^2 = M_1^2 + M_2^2 + 2\text{Re}(M_1^* M_2)$$

$$\begin{aligned}
d\Gamma &= \frac{1}{2E_\mu} \frac{d^3 \vec{p}_2}{(2\pi)^3 2E_2} \frac{d^3 \vec{p}_3}{(2\pi)^3 2E_3} \frac{d^3 \vec{p}_4}{(2\pi)^3 2E_4} (2\pi)^4 \delta(p_1 - p_2 - p_3 - p_4) \frac{1}{2} \frac{1}{2} |M|^2 \\
&= \frac{1}{2E_\mu} \frac{d^3 \vec{p}_2}{(2\pi)^3 2E_2} \frac{d^3 \vec{p}_3}{(2\pi)^3 2E_3} \frac{d^3 \vec{p}_4}{(2\pi)^3 2E_4} (2\pi)^4 \delta(p_1 - p_2 - p_3 - p_4) \frac{1}{2} \frac{1}{2} \cdot \\
&\quad \cdot 32F_1^2 \{ (a_1^2 + a_2^2)(a_3^2 + a_4^2)(-s^2 - s \cos^2 \theta) + a_1 a_2 a_3 a_4 (s\sqrt{s} \cos \theta) \} \\
&\quad + 32F_2^2 \{ (a_1^2 + a_2^2)(a_3^2 + a_4^2)(-s^2 - 2s\sqrt{s} \cos \theta - s \cos^2 \theta) \\
&\quad + \frac{1}{4} a_1 a_2 a_3 a_4 (-s^2 - 2s\sqrt{s} \cos \theta - s \cos^2 \theta) \} \\
&\quad + 2 \cdot 32 \text{Re}(F_1^* F_2) \{ (a_1^2 + a_2^2)(a_3^2 + a_4^2) + 4a_1 a_2 a_3 a_4 \} (-s^2 - 2s\sqrt{s} \cos \theta - s \cos^2 \theta)
\end{aligned}$$

Từ kết quả thu được từ quá trình rã $\mu^- \rightarrow e^- e^+ e^-$ độ rộng phân rã là hàm bậc 2 theo $\cos \theta$ và gồm các số hạng tỉ lệ với $s, s^{3/2}$.

KẾT LUẬN

Luận văn nghiên cứu về các quá trình rã sinh U-hạt đã đạt được một số kết quả như sau:

- Đã giới thiệu tổng quan về mô hình chuẩn và sự mở rộng của mô hình chuẩn theo hướng siêu đối xứng hóa và U-hạt.
- Đã giới thiệu tổng quan về U – hạt bao gồm: tính chất, hàm truyền, đỉnh tương tác và sự tương tác của U-hạt với các hạt trong mô hình chuẩn.
- Đã thu được biểu thức giải tích độ rộng phân rã qua các quá trình rã. Từ kết quả thu được từ quá trình rã $\nu_2 \rightarrow \nu_1 + \bar{\nu}_1 + \nu_1$ cho ta thấy độ rộng phân rã tăng theo s khi $du > 1$ và giảm theo s khi $du < 1$.

Từ kết quả thu được từ quá trình rã $\mu^- \rightarrow e^- e^+ e^-$ độ rộng phân rã là hàm bậc 2 theo $\cos \theta$ và gồm các số hạng tỉ lệ với $s, s^{3/2}$.

Các kết quả này sẽ là cơ sở để thực nghiệm sử dụng, từ đó tiến hành thí nghiệm thực tế và đo đạc, đồng thời đưa ra biểu đồ phân bố năng lượng

hao hụt qua các mức năng lượng cung cấp khác nhau. Từ đó kiểm định tính đúng đắn của lý thuyết U – hạt, đồng thời sẽ cho ta cái nhìn chi tiết hơn về U – hạt.