

SKALYAR HİQQS BOZONUN FERMİON-ANTİFERMİON CÜTÜNƏ ÇEVRİLMƏSİ

Babayeva S.Ç., Qocayev M.Ş.

Bakı Dövlət Universiteti

macidqojayev@gmail.com

Elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsirlərin vahid nəzəriyyəsi olan Standart Modelin (SM) əsas müddəaları enerjinin təcrübədə indiyə qədər mümkün olan bütün qiymətlərində tam təsdiqini tapmışdır. Böyük Hadron Kollayderində (LHC) bu məqsədlə aparılan yeni təcrübələrin əsas məqsədi varlığı əvvəlcədən söylənilmiş və zərrəciklərin kütlə əldə etməsində həlledici rol oynayan Higgs bozonunun tapılması olmuşdur. 2012-ci ildə ATLAS və CMS Kollaborasiyaları tərəfindən kütləsi 125 GeV olan və xassəcə Higgs bozona oxşar yeni zərrəciyin kəşfi ilə SM məntiqi olaraq Standart nəzəriyyə kimi tamamlanmağa daha da yaxınlaşdı. Artıq təcrübi faktlarla həmin zərrəciyin SM-in Higgs bozonu olması təsdiqlənmişdir. Bu, Higgs bozonla bağlı proseslərin, o cümlədən onun müxtəlif yaranma və çevrilmə kanallarının nəzəri və təcrübi tədqiqinə marağı xeyli artırmışdır.

Hazırkı tədqiqatın ümumi məqsədi Higgs bozonun kvark-antikvark cütünə çevrilməsində qlüonun şüalanması prosesinin nəzəri olaraq öyrənilməsindən ibarətdir ($H \rightarrow f\bar{f}g$, $f = b, c$). İlkin olaraq $H \rightarrow f\bar{f}$ ($f = \mu^-, \tau^-, b, c$) prosesinin kinematikası öyrənilmiş, Higgs bozonun fermion-antifermion cütünə çevrilmə prosesinin ehtimalı hesablanmışdır.

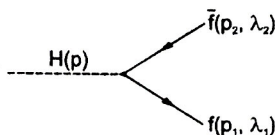
Skalyar Higgs bozonun fermion-antifermion (lepton-antilepton və ya kvark-antikvark) cütünə çevrilməsi prosesinin

$$H(p) \rightarrow f(p_1, \lambda_1) + \bar{f}(p_2, \lambda_2) \quad (1)$$

Feynman diaqramına uyğun (şəkil 1, mötərizələrdə zərrəciklərin 4-ölçülü impulsu və spirallıqları göstərilmişdir) matrisa elementi

$$M(H \rightarrow f\bar{f}) = \frac{m_f}{\eta} \bar{u}(p_1, \lambda_1) v(p_2, \lambda_2) H(p), \quad (2)$$

şəklində yazılır. Burada $H(p)$ - Higgs bozonun vahidə normallaşmış dalğa funksiyasıdır.



Şəkil 1. $H \rightarrow f\bar{f}$ prosesinin Feynman diaqramı

Fermionların kütlələrini nəzərdən atmaqla Hiqqs bozonun fermion-antifermion cütünə çevrilməsi prosesinin matris elementinin kvadratı hesablanmış və çevrilmənin tam ehtimalı üçün

$$\Gamma(H \rightarrow f\bar{f}) = \frac{N_C}{8\pi} \left(\frac{m_f}{\eta} \right)^2 \cdot M_H \quad (3)$$

ifadəsi alınmışdır. Burada m_f – fermionun kütləsi, η – Hiqqs bozon sahəsinin vakuüm qiyməti, N_C – rəng vuruğudur (lepton cütü yarananda $N_C = 1$, kvark cütü yarananda isə $N_C = 3$ olur). Hesablamada $2(p_1 \cdot p_2) = M_H^2$ olduğu nəzərə alınmışdır. (3) ifadəsindən görüldüyü kimi, Hiqqs bozonun fermion-antifermion cütünə çevrilməsinin tam ehtimalı fermionun kütləsinin kvadratı ilə mütənasibdir.

Hiqqs sahəsinin zərrəciyi olan Hiqqs bozonun fermionlarla qarşılıqlı təsir sabitləri onların kütlələri ilə mütənasibdir. Yəni, Hiqqs bozon ağır zərrəciklərlə daha yaxşı qarşılıqlı təsirdə olur. Belə ki, Hiqqs bozonun ağır fermionlara çevrilməsinin tam ehtimalı da böyük olur. Kütləsi $M_H = 125 \text{ GeV}$ olan Hiqqs bozon əsasən $\mu^- \mu^+$ və $\tau^- \tau^+$ -lepton cütlərinə və $c\bar{c}$ ilə $b\bar{b}$ -kvark cütlərinə çevrilə bilər, $M_H < 2m_t$ olduğundan Hiqqs bozonun $t\bar{t}$ kvark cütünə çevrilməsi mümkün deyildir.

Ədəbiyyat:

1. Gəjayev M.Sh. // Russ. Phys. J. 2021, V. 64, №6, pp. 970-977.