

$H \rightarrow q\bar{q}g$ PARÇALANMASINDA QLÜONUN ŞÜALANMASI

Babayeva S.Ç., Qocayev M.Ş.

Bakı Dövlət Universiteti

macidqojayev@gmail.com

Elementar zərrəciklərin lokal kalibrləşmə $SU_C(3) \times SU_L(2) \times U_Y(1)$ simmetriyasına malik Standart Modelinin (SM) son zərrəciyi olan Higgs bozonun kəşfindən keçən 10 il müddətində aparılan nəzəri və təcrübi tədqiqatlar bu zərrəciyin SM-dən kənara çıxan heç bir xüsusiyyətini aşkar etməmişdir [1]. H -bozon

125 GeV kütləyə malik, elektrik və rəng yükü, spini sıfıra bərabər, CP-cütlüyü isə müsbət olan skalyar zərrəcikdir, qeyri-stabil olduğundan, yarandıqdan $\sim 1.6 \cdot 10^{-22}$ san sonra müxtəlif kanallar üzrə parçalanır. Təcrübədə Higgs bozon $H \rightarrow \gamma\gamma$ və $H \rightarrow 4l$ parçalanma proseslərində aşkar olunmuşdur. 2017-ci ildə CMS və ATLAS Kollaborasiyaları tərəfindən $H \rightarrow b\bar{b}$ parçalanma kanalına dair siqnalların qeydə alınmasından sonra $H \rightarrow q\bar{q}$ proseslərinin tədqiqinə də maraq xeyli artmışdır.

Bu işdə Higgs bozonun kvark-antikvark cütünə parçalanmasında qlüonun süalanması prosesi SM çərçivəsində tədqiq olunur [2]:

$$H(p) \rightarrow q(p_q) + \bar{q}(p_{\bar{q}}) + g(p_g) \quad (1)$$

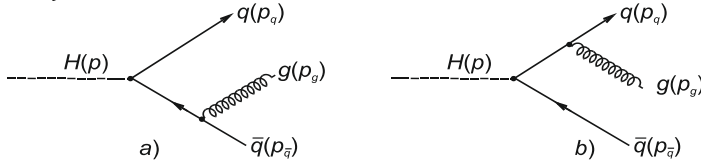
(1) prosesinin amplitudu Feynman diaqramları (şəkil 1) əsasında aşağıdakı şəkildə yazılır (kvarkların kütlələri nəzərə alınmır):

$$M(H \rightarrow q\bar{q}g) = i g_{Hqq} g_s (\lambda_m/2)_{\alpha\beta} e_\rho^{*m} [\bar{u}_\alpha(p_q) \Gamma_\rho v_\beta(p_{\bar{q}})], \quad (2)$$

burada

$$\Gamma_\rho = \frac{\hat{p}_{\bar{q}} + \hat{p}_g}{2(p_{\bar{q}} \cdot p_g)} \gamma_\rho - \gamma_\rho \frac{\hat{p}_q + \hat{p}_g}{2(p_q \cdot p_g)},$$

$g_{Hqq} = m_q(\sqrt{2}G_F)^{1/2}$ – H-bozonun kvark cütü ilə qarşılıqlı təsir sabiti, g_s – kvark-qlüon qarşılıqlı təsir sabiti, λ_m – Gell-Man matrisləri, e_ρ^{*m} – qlüonun 4-ölçülü polyarlaşma vektorudur.



Şəkil 1. $H \rightarrow q\bar{q}g$ prosesini təsvir edən Feynman diaqramları

Yeni $x_q = 2E_q/M_H$, $x_{\bar{q}} = 2E_{\bar{q}}/M_H$ dəyişənlərində (2) amplitudunun kvadratı bərabərdir ($g_s^2 = 4\pi\alpha_s$, α_s – güclü qarşılıqlı təsir sabiti):

$$|M(H \rightarrow q\bar{q}g)|^2 = 8\sqrt{2}\pi\alpha_s G_F m_q^2 \left[\frac{1-x_q}{1-x_{\bar{q}}} + \frac{1-x_{\bar{q}}}{1-x_q} + \frac{2x_q x_{\bar{q}}}{(1-x_q)(1-x_{\bar{q}})} \right],$$

burada x_q və $x_{\bar{q}}$ – kvarkın və antikvarkın skeylinq enerjiləridir.

(1) prosesinin parçalanma ehtimalı matrisə elementinin kvadratı ilə təyin olunur:

$$d\Gamma(H \rightarrow q\bar{q}g) = \frac{1}{2M_H} |M(H \rightarrow q\bar{q}g)|^2 d\Phi,$$

$$\frac{1}{d\Gamma(H \rightarrow q\bar{q})} \cdot \frac{d\Gamma(H \rightarrow q\bar{q}g)}{dx_q dx_{\bar{q}}} = f(x_q, x_{\bar{q}}) =$$

$$= \frac{2\alpha_s}{3\pi} \cdot \left[\frac{1-x_q}{1-x_{\bar{q}}} + \frac{1-x_{\bar{q}}}{1-x_q} + \frac{2x_q x_{\bar{q}}}{(1-x_q)(1-x_{\bar{q}})} \right] \quad (3)$$

$f(x_q, x_{\bar{q}})$ parçalanma eninin $x_{\bar{q}}$ enerjisindən asılılığı göstərir ki, kvarkın və antikvarkın enerjisinin artması ilə (1) prosesinin parçalanma eni də artır. (3) ifadəsinin x_q və $x_{\bar{q}}$ enerjiləri üzrə inteqralını 0 və $(x_q)_{max} = (x_{\bar{q}})_{max} = \varepsilon$ sərhədləri daxilində aparmaqla kütləyə görə sinqulyarlığı aradan qaldırmaq və $H \rightarrow q\bar{q}g$ prosesinin tam enini tapmaq olar:

$$d\Gamma(H \rightarrow q\bar{q}g) = d\Gamma(H \rightarrow q\bar{q}) \times \frac{2\alpha_s}{3\pi} \cdot \{2\varepsilon^2 + [\varepsilon(2 + \varepsilon) + 2 \ln(1 - \varepsilon)] \ln(1 - \varepsilon)\}. \quad (4)$$

(4) ifadəsində göründüyü kimi, (1) prosesinin tam parçalanma eni kvarkın (antikvarkın) maksimal enerjisindən asılı olaraq artır.

$H \rightarrow b\bar{b}g$ prosesi üçün ədədi hesablamalar aparılmış ($\alpha_s = 0.118$) və nəticələr grafik təsvir olunmuşdur.

Ədəbiyyat:

1. Salam, G.P., Wang, L.-T., Zanderighi, G. The Higgs boson turns ten // Nature, – 2022. Jul.; Vol. 607, –p. 41-47.
2. Gojayev, M.Sh. // Russian Physics Journal. 2021, V. 64, №6, pp. 970-977 [Годжаев, М.Ш. // Изв. ВУЗов. Физика, 2021, Т. 64, №6, с. 10-15].