

УДК 539.12-17

DOI: 10.17223/00213411/64/6/10

М.Ш. ГОДЖАЕВ

ТРЕХСТРУЙНОЕ РОЖДЕНИЕ АДРОНОВ В РАСПАДЕ ХИГГС-БОЗОНА $H \rightarrow q\bar{q}g$

В рамках Стандартной модели рассмотрено трехструйное рождение адронов в распаде хиггс-бозона $H \rightarrow q\bar{q}g$. Получено аналитическое выражение для ширины распада, исследована зависимость ширины распада от энергий кварка и антикварка. Интегрируя по энергиям кварка и антикварка, определена полная ширина распада хиггс-бозона $H \rightarrow q\bar{q}g$.

Ключевые слова: Стандартная модель, хиггс-бозон, кварк-антикварковая пара, трехструйное рождение, константа взаимодействия, ширина распада.

Введение

Как известно, Стандартная модель (СМ) хорошо описывает физику элементарных частиц. Важной частью этой модели является механизм спонтанного нарушения симметрии Браута – Энглерера – Хиггса [1, 2], в котором вводится скалярное поле с ненулевым вакуумным значением и за счет взаимодействия с этим полем возникают массы элементарных частиц, а из-за квантовых возбуждений поля Хиггса появляется новая скалярная частица – бозон Хиггса. Открытие хиггс-бозона с характеристиками, соответствующими СМ, осуществлено коллаборациями ATLAS и CMS в 2012 г. [3, 4] (см. также обзоры [5–7]).

Хиггс-бозон H не имеет электрического заряда, является нестабильной частицей, может распадаться по различным каналам. На Большом адронном коллайдере (LHC) его открыли, изучая распады на два фотона $H \rightarrow \gamma\gamma$ и на две пары электрон – позитрон (или мюон – антимюон) $H \rightarrow e^-e^+e^-e^+$, $H \rightarrow e^-e^+\mu^-\mu^+$, $H \rightarrow \mu^-\mu^+\mu^-\mu^+$. Эти распады записываются как $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$, где Z – реальный, а Z^* – виртуальный бозон, ℓ – один из лептонов $e^\pm, \mu^\pm$.

Коллаборации ATLAS и CMS также сообщают, что наблюдаются распады H -бозона по схеме $H \rightarrow WW^* \rightarrow \ell\nu\ell\nu$, где W – заряженный бозон, а ν – электронное (мюонное) нейтрино. Хиггс-бозон в большинстве случаев должен распадаться на пару $b\bar{b}$ ($H \rightarrow b\bar{b}$). Рождение пары $b\bar{b}$ в протон-протонных (протон-антипротонных) столкновениях – явление очень частое и без всякого хиггс-бозона, и выделить сигнал от хиггс-бозона из этого фона трудно. Поэтому исследуется процесс, в котором в протон-протонных столкновениях хиггс-бозон рождается вместе с W -бозоном, а затем H распадается на пару $b\bar{b}$, а W – на пару $\ell\nu$, где ℓ – это $e^\pm$ или $\mu^\pm$. Распад W приводит к появлению высокоэнергетического лептона и недостающей энергии. Эта особенность позволяет сильно подавить фон. Используется и аналогичный процесс $pp \rightarrow ZH$ с последующим распадом $H \rightarrow b\bar{b}$ и $Z \rightarrow 2\ell$ или $Z \rightarrow 2\nu$. К сожалению, в экспериментах Большого адронного коллайдера выделить эти процессы из фона пока не удалось.

В СМ скалярные поля дают массы всем элементарным частицам, взаимодействие каждой из этих частиц с бозоном Хиггса жестко фиксировано. Чем больше массы частицы, тем сильнее взаимодействие и чем сильнее взаимодействие, тем более вероятен распад хиггс-бозона на пару частиц данного сорта. Распады H на пары тяжелых частиц $t\bar{t}$, W^+W^- , ZZ запрещены законом сохранения энергии. Следующим по массе является кварк b с массой $m_b = 4.88$ ГэВ, поэтому бозон H скорее всего распадается по каналу $H \rightarrow b\bar{b}$. Интересны распады H -бозона на пару τ -лептонов $H \rightarrow \tau^-\tau^+$ ($m_\tau = 1.78$ ГэВ) и очарованную кварковую пару $H \rightarrow c\bar{c}$ ($m_c = 1.64$ ГэВ).

В этой работе исследуется распад хиггс-бозона на пару кварк q и антикварк $\bar{q}$ с излучением глюона

$$H \rightarrow q + \bar{q} + g. \quad (1)$$

Этот распад происходит в два этапа. Сперва хиггс-бозон распадается на пару кварк – антикварк, а затем антикварк или кварк испускает глюон. В двухчастичном распаде $H \rightarrow q + \bar{q}$ в сис-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>