

## INVESTIGATION OF $B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0$ AND $D_s^+ D^0$ DECAYS INCLUDING FACTORIZATION APPROACHES AND FINAL STATE INTERACTION EFFECTS

*B. Mohammadi*<sup>1</sup>

Urmia University, Urmia, Iran

In this paper, the decay of  $B_c^+$  meson, consisting of  $b$  and  $c$  heavy quarks, into the  $D_s^+ \bar{D}^0$  and  $D_s^+ D^0$  mesons is studied in two stages. In the first step, the QCD factorization (QCDF) approach is considered in the initial evaluation, and the results of calculations are (in units of  $10^{-6}$ ):  $\mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{QCDF}} = 3.52 \pm 0.82$  and  $\mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{QCDF}} = 11.96 \pm 2.27$ . While the available experimental results for these decays are (in units of  $10^{-6}$ )

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0) = 2.70 \pm 3.34, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0) = -3.42 \pm 2.36,$$

by applying the upper limit of the theoretical value of  $f_c/f_u$  that spans the range of  $[0.4, 1.2]\%$ , the results for the QCDF approach become (in units of  $10^{-8}$ )

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{QCDF}} = 4.22 \pm 0.98, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{QCDF}} = 14.35 \pm 2.72.$$

The results for the QCDF approach are about  $10^2$  times smaller than the experimental ones. Therefore, it is decided to calculate the theoretical branching ratio by applying the final state interaction (FSI) through the  $t$ (crossed and uncrossed)-channels. The FSI effects are very sensitive to the changes in the phenomenological parameter  $\eta$ . This parameter appears in the FSI form factors that increase strong interaction share. In most calculations, changing two units in this parameter makes the final result multiply in the branching ratio, therefore the decision to use FSI is not unexpected. In this study, there are 19 intermediate states for  $B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0$  decay and 4 middle states for  $B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0$  decay in which the contribution of each one is calculated and summed in the final amplitudes. By choosing the value of  $\eta$  according to the mass of the exchange meson, as  $\eta = 3$  for exchange meson of  $D^*$  (or  $D$ ) and  $f_c/f_u = 1.2\%$ , the obtained results in FSI are (in units of  $10^{-6}$ )

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{FSI}} = 2.57 \pm 0.54, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{FSI}} = 9.44 \pm 1.52,$$

that are in very good agreement with the experimental results.

---

<sup>1</sup>E-mail: be.mohammadi@urmia.ac.ir

В статье исследуется распад мезона  $B_c^+$ , состоящего из  $b$ - и  $c$ -кварков, на мезоны  $D_s^+ \bar{D}^0$  и  $D_s^+ D^0$ . На первом этапе для описания данного распада используется приближение КХД-факторизации (КХДФ), в результате вычислений получается (в единицах  $10^{-6}$ ):  $\mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{QCDF}} = 3,52 \pm 0,82$  и  $\mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{QCDF}} = 11,96 \pm 2,27$ . В то время как имеющиеся экспериментальные значения составляют (в единицах  $10^{-6}$ )

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0) = 2,70 \pm 3,34, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0) = -3,42 \pm 2,36,$$

если использовать верхний предел теоретического значения отношения  $f_c/f_u$ , который охватывает область  $[0,4, 1,2]\%$ , результаты для КХДФ становятся (в единицах  $10^{-8}$ ):

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{QCDF}} = 4,22 \pm 0,98, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{QCDF}} = 14,35 \pm 2,72.$$

Таким образом, результаты расчетов в приближении КХДФ приблизительно в  $10^2$  раз меньше экспериментальных. Поэтому было решено сделать вычисление коэффициента разветвления с помощью учета взаимодействия в конечном состоянии (ВКС) через  $t$ (перекрещенные и неперекрещенные)-каналы. Эффекты ВКС очень чувствительны к изменениям феноменологического параметра  $\eta$ . Этот параметр появляется в формфакторах ВКС, которые увеличивают долю сильного взаимодействия. В большинстве расчетов изменение этого параметра на две единицы приводит к тому, что конечный результат для коэффициента разветвления увеличивается в разы, так что решение включить в расчеты ВКС не лишено смысла. В данной работе были рассмотрены 19 промежуточных состояний для распада  $B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0$  и 4 промежуточных состояния — для распада  $B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0$ , причем вклад каждого из них вычисляется отдельно и затем суммируется в конечной амплитуде. Если взять в качестве  $\eta$ , согласно массе мезона обмена, значение  $\eta = 3$  для  $D^*$  (или  $D$ ) и для отношения  $f_c/f_u = 1,2\%$ , в результате учета ВКС конечный результат (в единицах  $10^{-6}$ )

$$\frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ \bar{D}^0)_{\text{FSI}} = 2,57 \pm 0,54, \quad \frac{f_c}{f_u} \mathcal{B}(B_c^+ \rightarrow D_s^+ D^0)_{\text{FSI}} = 9,44 \pm 1,52$$

оказывается в очень хорошем согласии с экспериментальным значением.

PACS: 13.20.Fc; 13.20.He; 12.39.St

Received on December 4, 2020.