

# DECAIMIENTOS NO LEPTÓNICOS DEL MESÓN $B_C$ , CONSIDERANDO MESONES EXCITADOS RADIALMENTE EN EL ESTADO FINAL

Proyecto de investigación para optar al título de Magister  
en Ciencias Naturales (Física)

Candidato a Magister: **JUAN CARLOS BARRIOS ÁVILA**  
Director de proyecto de Investigación: **Dr. JOSÉ DAVID SANABRIA  
GOMÉZ**

- 1 RESUMEN
- 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- 3 OBJETIVOS
- 4 METODOLOGÍA
- 5 CRONOGRAMA
- 6 BIBLIOGRAFÍA

# 1 RESUMEN

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 3 OBJETIVOS

## 4 METODOLOGÍA

## 5 CRONOGRAMA

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Mediante la realización del presente trabajo de investigación se pretende estudiar el decaimiento del mesón  $B_c$ :

En el Modelo Estándar, los mesones son partículas compuestas por una pareja quark- antiquark que interactúan a través de la interacción fuerte, además pueden interactuar por medio de la interacción débil. Algunos mesones tienen carga eléctrica, entonces pueden interactuar también por medio de la interacción electromagnética. Todos los mesones tienen un espín entero y por lo tanto son bosones.

Los mesones se clasifican de acuerdo a su momento angular  $L$ , paridad  $P$ , espín  $s$  y se nombran de acuerdo a la notación espectroscópica  $n^{2s+1}L_J$ , donde  $n$  es el número cuántico principal y  $J$  es el momento angular total. De acuerdo con sus números propiedades de simetría se clasifican en mesones escalares, mesones pseudoescalares, mesones vectoriales, mesones axiales y tensoriales.

n	l	s	J	$n^{2s+1}L_J$	$J^{PC}$	Mesón
	0	0	0	$1^1S_0$	$0^{-+}$	Pseudoescalar (P)
		1	1	$1^3S_1$	$1^{--}$	Vector(V)
		0	1	$1^1P_1$	$1^{+-}$	Axial- Vector ( $A^0$ )
1	1		0	$1^3P_0$	$0^{++}$	Scalar(S)
		1	1	$1^3P_1$	$1^{++}$	Axial - Vector (A)
			2	$1^3P_2$	$2^{++}$	Tensor (T)
2	0	0	0	$2^1S_0$	$0^{-+}$	P(2S)
		1	1	$2^3S_1$	$1^{--}$	V(2S)

**Table:** Diferentes tipos de mesones

En este trabajo investigaremos la producción de mesones excitados radialmente provenientes de decaimientos no leptónicos (o hadrónicos) de uno a dos cuerpos del mesón  $B_c$ , en el marco del modelo relativista de quarks ISGW2 [3]. Es decir, obtendremos las fracciones de decaimiento de los procesos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  o  $M_2$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ).

1 RESUMEN

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3 OBJETIVOS

4 METODOLOGÍA

5 CRONOGRAMA

6 BIBLIOGRAFÍA



## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$

## Modelo Estándar.

- Todos los decaimientos del mesón pesado  $B_c$  se dan a través de la interacción débil. Estos decaimientos ofrecen un buen escenario para estudiar decaimientos no leptónicos de mesones pesados.

$$\text{Composición del mesón } B_c \text{ [?]} \left\{ \begin{array}{l} B^+ \Rightarrow \{u\bar{b}\} \\ B^0 \Rightarrow \{d\bar{b}\} \\ B_s^0 \Rightarrow \{s\bar{b}\} \\ B_c^+ \Rightarrow \{c\bar{b}\} \\ D^+ \Rightarrow \{c\bar{d}\} \end{array} \right.$$



- En este proyecto estudiaremos de manera sistemática y exhaustiva la producción de mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en decaimientos hadrónicos (o no leptónicos) del mesón pesado  $B_c$  en dos cuerpos. Asumiremos la hipótesis de factorización y utilizaremos el modelo relativista de quarks ISGW2, el cual es una versión mejorada del modelo de quarks no relativista ISGW, para calcular los factores de forma requeridos en las transiciones  $B_c \rightarrow M(2S)$  y  $B_c \rightarrow P, V, A$  ( $P, V, A$  son mesones pseudoescalares, vectoriales y vector-axiales, respectivamente).

## Modelos propuestos

- Modelo ISGW Nathan Isgur and Daryl Scora
- Modelo ISGW2 relativista Nathan Isgur and Daryl Scora
- Modelo WSB

- En este proyecto estudiaremos de manera sistemática y exhaustiva la producción de mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en decaimientos hadrónicos (o no leptónicos) del mesón pesado  $B_c$  en dos cuerpos. Asumiremos la hipótesis de factorización y utilizaremos el modelo relativista de quarks ISGW2, el cual es una versión mejorada del modelo de quarks no relativista ISGW, para calcular los factores de forma requeridos en las transiciones  $B_c \rightarrow M(2S)$  y  $B_c \rightarrow P, V, A$  ( $P, V, A$  son mesones pseudoescalares, vectoriales y vector-axiales, respectivamente).

## Modelos propuestos

- Modelo ISGW Nathan Isgur and Daryl Scora
- Modelo ISGW2 relativista Nathan Isgur and Daryl Scora
- Modelo WSB

- En este proyecto estudiaremos de manera sistemática y exhaustiva la producción de mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en decaimientos hadrónicos (o no leptónicos) del mesón pesado  $B_c$  en dos cuerpos. Asumiremos la hipótesis de factorización y utilizaremos el modelo relativista de quarks ISGW2, el cual es una versión mejorada del modelo de quarks no relativista ISGW, para calcular los factores de forma requeridos en las transiciones  $B_c \rightarrow M(2S)$  y  $B_c \rightarrow P, V, A$  ( $P, V, A$  son mesones pseudoescalares, vectoriales y vector-axiales, respectivamente).

## Modelos propuestos

- Modelo ISGW **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo ISGW2 relativista **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo WSB

- En este proyecto estudiaremos de manera sistemática y exhaustiva la producción de mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en decaimientos hadrónicos (o no leptónicos) del mesón pesado  $B_c$  en dos cuerpos. Asumiremos la hipótesis de factorización y utilizaremos el modelo relativista de quarks ISGW2, el cual es una versión mejorada del modelo de quarks no relativista ISGW, para calcular los factores de forma requeridos en las transiciones  $B_c \rightarrow M(2S)$  y  $B_c \rightarrow P, V, A$  ( $P, V, A$  son mesones pseudoescalares, vectoriales y vector-axiales, respectivamente).

## Modelos propuestos

- Modelo ISGW **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo ISGW2 relativista **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo WSB

- En este proyecto estudiaremos de manera sistemática y exhaustiva la producción de mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en decaimientos hadrónicos (o no leptónicos) del mesón pesado  $B_c$  en dos cuerpos. Asumiremos la hipótesis de factorización y utilizaremos el modelo relativista de quarks ISGW2, el cual es una versión mejorada del modelo de quarks no relativista ISGW, para calcular los factores de forma requeridos en las transiciones  $B_c \rightarrow M(2S)$  y  $B_c \rightarrow P, V, A$  ( $P, V, A$  son mesones pseudoescalares, vectoriales y vector-axiales, respectivamente).

## Modelos propuestos

- Modelo ISGW **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo ISGW2 relativista **Nathan Isgur and Daryl Scora**
- Modelo WSB

- En el contexto de decaimientos no leptónicos (sin leptones en el estado final), la hipótesis de factorización cuyo desarrollo está ampliamente explicado en la literatura [7] se aplica normalmente para la aproximación de los elementos de matriz de un operador de cuatro fermiones multiplicados por el factor de forma y una constante de decaimiento.
- Adoptando el modelo de quark espectador [11] el ancho de decaimiento total del mesón  $B_c$  se puede escribir aproximadamente como la suma de los anchos de decaimiento de antiquark  $\bar{b}$  manteniendo como espectador al quark  $c$ , decayendo el quark  $c$  con espectador el antiquark  $\bar{b}$ , no asumimos interferencia entre ellos, porque producen canales exclusivos diferentes. Es decir, estos tipos de decaimiento contribuyen a procesos diferentes. De esta forma el ancho de decaimiento total se puede escribir como [9]:

$$\Gamma(B_c \rightarrow X) = \Gamma(b \rightarrow X) + \Gamma(c \rightarrow X) + \Gamma(\text{Aniquilacion}) \quad (1)$$

- En el contexto de decaimientos no leptónicos (sin leptones en el estado final), la hipótesis de factorización cuyo desarrollo está ampliamente explicado en la literatura [7] se aplica normalmente para la aproximación de los elementos de matriz de un operador de cuatro fermiones multiplicados por el factor de forma y una constante de decaimiento.
- Adoptando el modelo de quark espectador [11] el ancho de decaimiento total del mesón  $B_c$  se puede escribir aproximadamente como la suma de los anchos de decaimiento de antiquark  $\bar{b}$  manteniendo como espectador al quark  $c$ , decayendo el quark  $c$  con espectador el antiquark  $\bar{b}$ , no asumimos interferencia entre ellos, porque producen canales exclusivos diferentes. Es decir, estos tipos de decaimiento contribuyen a procesos diferentes. De esta forma el ancho de decaimiento total se puede escribir como [9]:

$$\Gamma(B_c \rightarrow X) = \Gamma(b \rightarrow X) + \Gamma(c \rightarrow X) + \Gamma(\text{Aniquilacion}) \quad (1)$$

- En el contexto de decaimientos no leptónicos (sin leptones en el estado final), la hipótesis de factorización cuyo desarrollo está ampliamente explicado en la literatura [7] se aplica normalmente para la aproximación de los elementos de matriz de un operador de cuatro fermiones multiplicados por el factor de forma y una constante de decaimiento.
- Adoptando el modelo de quark espectador [11] el ancho de decaimiento total del mesón  $B_c$  se puede escribir aproximadamente como la suma de los anchos de decaimiento de antiquark  $\bar{b}$  manteniendo como espectador al quark  $c$ , decayendo el quark  $c$  con espectador el antiquark  $\bar{b}$ , no asumimos interferencia entre ellos, porque producen canales exclusivos diferentes. Es decir, estos tipos de decaimiento contribuyen a procesos diferentes. De esta forma el ancho de decaimiento total se puede escribir como [9]:

$$\Gamma(B_c \rightarrow X) = \Gamma(b \rightarrow X) + \Gamma(c \rightarrow X) + \Gamma(\text{Aniquilacion}) \quad (1)$$



- En el contexto de decaimientos no leptónicos (sin leptones en el estado final), la hipótesis de factorización cuyo desarrollo está ampliamente explicado en la literatura [7] se aplica normalmente para la aproximación de los elementos de matriz de un operador de cuatro fermiones multiplicados por el factor de forma y una constante de decaimiento.
- Adoptando el modelo de quark espectador [11] el ancho de decaimiento total del mesón  $B_c$  se puede escribir aproximadamente como la suma de los anchos de decaimiento de antiquark  $\bar{b}$  manteniendo como espectador al quark  $c$ , decayendo el quark  $c$  con espectador el antiquark  $\bar{b}$ , no asumimos interferencia entre ellos, porque producen canales exclusivos diferentes. Es decir, estos tipos de decaimiento contribuyen a procesos diferentes. De esta forma el ancho de decaimiento total se puede escribir como [9]:

$$\Gamma(B_c \rightarrow X) = \Gamma(b \rightarrow X) + \Gamma(c \rightarrow X) + \Gamma(\text{Aniquilacion}) \quad (1)$$

- En el contexto de decaimientos no leptónicos (sin leptones en el estado final), la hipótesis de factorización cuyo desarrollo está ampliamente explicado en la literatura [7] se aplica normalmente para la aproximación de los elementos de matriz de un operador de cuatro fermiones multiplicados por el factor de forma y una constante de decaimiento.
- Adoptando el modelo de quark espectador [11] el ancho de decaimiento total del mesón  $B_c$  se puede escribir aproximadamente como la suma de los anchos de decaimiento de antiquark  $\bar{b}$  manteniendo como espectador al quark  $c$ , decayendo el quark  $c$  con espectador el antiquark  $\bar{b}$ , no asumimos interferencia entre ellos, porque producen canales exclusivos diferentes. Es decir, estos tipos de decaimiento contribuyen a procesos diferentes. De esta forma el ancho de decaimiento total se puede escribir como [9]:

•

$$\Gamma(B_c \rightarrow X) = \Gamma(b \rightarrow X) + \Gamma(c \rightarrow X) + \Gamma(\text{Aniquilacion}) \quad (1)$$

## Propósitos del trabajo de investigación

Cuál es el efecto de considerar mesones excitados radialmente en el estado final en decaimientos del mesón  $B_c$ ?

Qué parámetros del modelo ISGW2 afectan notoriamente las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$

Cuáles son las principales fuentes de error en dichas fracciones de decaimiento?

Algunos de estos decaimientos podrían suministrar un test a la hipótesis de factorización?

## Propósitos del trabajo de investigación

Cuál es el efecto de considerar mesones excitados radialmente en el estado final en decaimientos del mesón  $B_c$ ?

Qué parámetros del modelo ISGW2 afectan notoriamente las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$

Cuáles son las principales fuentes de error en dichas fracciones de decaimiento?

Algunos de estos decaimientos podrían suministrar un test a la hipótesis de factorización?

## Propósitos del trabajo de investigación

Cuál es el efecto de considerar mesones excitados radialmente en el estado final en decaimientos del mesón  $B_c$ ?

Qué parámetros del modelo ISGW2 afectan notoriamente las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$

Cuáles son las principales fuentes de error en dichas fracciones de decaimiento?

Algunos de estos decaimientos podrían suministrar un test a la hipótesis de factorización?

## Propósitos del trabajo de investigación

Cuál es el efecto de considerar mesones excitados radialmente en el estado final en decaimientos del mesón  $B_c$ ?

Qué parámetros del modelo ISGW2 afectan notoriamente las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$

Cuáles son las principales fuentes de error en dichas fracciones de decaimiento?

Algunos de estos decaimientos podrían suministrar un test a la hipótesis de factorización?

## Propósitos del trabajo de investigación

Cuál es el efecto de considerar mesones excitados radialmente en el estado final en decaimientos del mesón  $B_c$ ?

Qué parámetros del modelo ISGW2 afectan notoriamente las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$

Cuáles son las principales fuentes de error en dichas fracciones de decaimiento?

Algunos de estos decaimientos podrían suministrar un test a la hipótesis de factorización?

1 RESUMEN

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**3 OBJETIVOS**

4 METODOLOGÍA

5 CRONOGRAMA

6 BIBLIOGRAFÍA



## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sistemático y exhaustivo sobre los decaimientos débiles de uno a dos cuerpos del mesón pesado  $B_c$ , considerando mesones excitados radialmente ( $n = 2$ ) en el estado final, asumiendo la hipótesis de factorización y utilizando el modelo de quarks ISGW2.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los factores de forma para la transición  $B_c \rightarrow P(2S)$  y  $B_c \rightarrow V(2S)$  en el modelo ISGW2.
- Obtener y analizar los anchos de decaimiento de los procesos hadrónicos  $B_c \rightarrow M_1 M_2$ , donde  $M_1$  es un mesón excitado radialmente ( $n=2$ ) y  $M_2$  es un mesón pseudoescalar, vectorial o vector-axial.
- Determinar la sensibilidad de los resultados obtenidos variando los parámetros del modelo ISGW2.
- Encontrar las principales fuentes de error en los valores numéricos de las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$
- Comparar los resultados obtenidos con decaimientos análogos considerando mesones sin excitación radial.circular de rotación.



1 RESUMEN

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3 OBJETIVOS

**4 METODOLOGÍA**

5 CRONOGRAMA

6 BIBLIOGRAFÍA

La realización del trabajo consta de las siguientes etapas:

*Etapa No. 1:* Estudiar el Modelo Estándar con lo cual se pretende analizar la naturaleza de la física de altas energías que describe las relaciones e interacciones conocidas entre partículas elementales que componen la materia conocida.

*Etapa No. 2:* Realizar una revisión bibliográfica sobre trabajos que hayan considerado los canales  $B_c \rightarrow M_1 M_2$  utilizando diferentes escenarios y aproximaciones.

*Etapa No. 3:* Estudiar los modelos de quarks ISGW e ISGW2.

La realización del trabajo consta de las siguientes etapas:

*Etapa No. 1:* Estudiar el Modelo Estándar con lo cual se pretende analizar la naturaleza de la física de altas energías que describe las relaciones e interacciones conocidas entre partículas elementales que componen la materia conocida.

*Etapa No. 2:* Realizar una revisión bibliográfica sobre trabajos que hayan considerado los canales  $B_c \rightarrow M_1 M_2$  utilizando diferentes escenarios y aproximaciones.

*Etapa No. 3:* Estudiar los modelos de quarks ISGW e ISGW2.

La realización del trabajo consta de las siguientes etapas:

*Etapa No. 1:* Estudiar el Modelo Estándar con lo cual se pretende analizar la naturaleza de la física de altas energías que describe las relaciones e interacciones conocidas entre partículas elementales que componen la materia conocida.

*Etapa No. 2:* Realizar una revisión bibliográfica sobre trabajos que hayan considerado los canales  $B_c \rightarrow M_1 M_2$  utilizando diferentes escenarios y aproximaciones.

*Etapa No. 3:* Estudiar los modelos de quarks ISGW e ISGW2.

La realización del trabajo consta de las siguientes etapas:

*Etapa No. 1:* Estudiar el Modelo Estándar con lo cual se pretende analizar la naturaleza de la física de altas energías que describe las relaciones e interacciones conocidas entre partículas elementales que componen la materia conocida.

*Etapa No. 2:* Realizar una revisión bibliográfica sobre trabajos que hayan considerado los canales  $B_c \rightarrow M_1 M_2$  utilizando diferentes escenarios y aproximaciones.

*Etapa No. 3:* Estudiar los modelos de quarks ISGW e ISGW2.

*Etapa No. 4:* Obtener las expresiones de los anchos de decaimiento para los procesos no leptónicos  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$ , donde  $M_1(2S) = P(2S), V(2S)$  y  $M_2 = P, V, A$ . En esta etapa se estudiará el Hamiltoniano efectivo que genera estos decaimientos y la hipótesis de factorización.

*Etapa No. 5:* Obtener las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$  utilizando el modelo de quarks ISGW2.

Finalmente, se presentarán y publicarán los resultados más significativos de la investigación en un evento científico nacional o internacional y en una revista especializada.

*Etapa No. 4:* Obtener las expresiones de los anchos de decaimiento para los procesos no leptónicos  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$ , donde  $M_1(2S) = P(2S), V(2S)$  y  $M_2 = P, V, A$ . En esta etapa se estudiará el Hamiltoniano efectivo que genera estos decaimientos y la hipótesis de factorización.

*Etapa No. 5:* Obtener las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$  utilizando el modelo de quarks ISGW2.

Finalmente, se presentarán y publicarán los resultados más significativos de la investigación en un evento científico nacional o internacional y en una revista especializada.

*Etapa No. 4:* Obtener las expresiones de los anchos de decaimiento para los procesos no leptónicos  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$ , donde  $M_1(2S) = P(2S), V(2S)$  y  $M_2 = P, V, A$ . En esta etapa se estudiará el Hamiltoniano efectivo que genera estos decaimientos y la hipótesis de factorización.

*Etapa No. 5:* Obtener las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$  utilizando el modelo de quarks ISGW2.

Finalmente, se presentarán y publicarán los resultados más significativos de la investigación en un evento científico nacional o internacional y en una revista especializada.



*Etapa No. 4:* Obtener las expresiones de los anchos de decaimiento para los procesos no leptónicos  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$ , donde  $M_1(2S) = P(2S), V(2S)$  y  $M_2 = P, V, A$ . En esta etapa se estudiará el Hamiltoniano efectivo que genera estos decaimientos y la hipótesis de factorización.

*Etapa No. 5:* Obtener las fracciones de decaimiento de los canales  $B_c \rightarrow M_1(2S)M_2$  utilizando el modelo de quarks ISGW2.

Finalmente, se presentarán y publicarán los resultados más significativos de la investigación en un evento científico nacional o internacional y en una revista especializada.

- 1 RESUMEN
- 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- 3 OBJETIVOS
- 4 METODOLOGÍA
- 5 CRONOGRAMA**
- 6 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Recolección, clasificación y análisis de la bibliografía
- 2 Estudio del decaimiento del mesón  $B_c$ .
- 3 Uso del modelo ISWG2, para el decaimiento  $B_c \rightarrow M_1 M_2$  del mesón.
- 4 Uso de los factores de forma en para decaimiento  $B_c \rightarrow M_1 M_2$
- 5 Calculo de los anchos de decaimiento del mesón  $B_c$ .
- 6 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- 7 Publicación de los resultados más significativos de la investigación en un evento científico nacional o internacional y en una revista especializada.
- 8 Redacción y defensa pública del trabajo de investigación.

<b>ACTIVIDADES</b>	SEGUNDO SEMESTRE 2011	PRIMER SEMESTRE 2012
ACTIVIDAD 1	⊗	
ACTIVIDAD 2	⊗	
ACTIVIDAD 3	⊗	
ACTIVIDAD 4		⊗
ACTIVIDAD 5		⊗
ACTIVIDAD 6		⊗
ACTIVIDAD 7		⊗

- 1 RESUMEN
- 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- 3 OBJETIVOS
- 4 METODOLOGÍA
- 5 CRONOGRAMA
- 6 BIBLIOGRAFÍA**

- [1] H. Yukawa On the Interaction of Elementary Particles: I Prog. Theor. Phys. Supplement 11 1995
- [2] C. M. G. Lattes , H. Muirhead, G. P. S. Occhialini and C. F. Powell Processes involving charged mesons Nature 159 694 1947
- [3] Nathan Isgur and Daryl Scora Semileptonic B and D decays in the quark model: An update Phys. Rev. D 52 2783 1995
- [4] S. L. Glashow Partial symmetries of weak interactions Nucl. Phys. 225 79 1961; S. Weinberg A model of leptons Phys. Rev. Lett. 19 1264 1967; A. Salam, *Weak and Electromagnetic Interactions*. In *Proceedings of the 8th Nobel Symposium on 'Elementary Particle Theory, Relativistic Groups and Analyticity', Stockholm, Sweden*, edited by N. Svartholm 1968.
- [5] S. Eidelman et al Particle data group: the quark model Physics Letters B 592 12004.
- [6] J.H. Munoz and N. Quintero Useful ratios between two-body nonleptonic and semileptonic decays of B mesons Rev. Mex. Fis. E 57 0057 2011.
- [7] G. Buchal, A. J. Buras and M. E. Lautenbacher Weak decays beyond leading logarithms Rev. Mod. Phys 68 4(1996); G. Buchalla B, D and K decays Eur. Phys. J. C 57 309 2008; M. Beneke QCD factorization for exclusive non-leptonic B-meson decays general arguments and the case of heavy D-light final

- [11] N. Isgur, D. Scora, B. Grinstein and M. B. Wise Semileptonic B and D decays in the quark model Phys. Rev. D 39, 799 (1989).
- [12] Z. Luo and J.L. Rosner Factorization in color-favored B-meson decays to charm Phys. Rev. D 64, 094001 (2001).
- [13] SLAC-R-504 *The BaBar Physics Book, Chap 10: Hadronic B Meson Decays.*
- [14] <http://www-public.slac.stanford.edu/babar/>.

**FIN DE LA PRESENTACIÓN**



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**GIRG**

PREGUNTAS