

## ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4

### SEGUNDO CUATRIMESTRE 2021

#### PRÁCTICA 3: SIMETRÍA APROXIMADAS EN MODELOS DE HADRONES: $SU(2)$

Las simetrías que consideraremos en esta practica y la siguiente son simetrías aproximadas que fueron infiriéndose a partir de observaciones de procesos donde domina la interacción fuerte y que en el modelo estandar podrán verse explícitamente en el Lagrangiano. La primera de estas simetrías corresponde al grupo de isospin que corresponde matemáticamente al conocido como  $SU(2)$ .


*Si yo pudiera recordar el nombre de todas esas partículas, habría sido botánico.*

*Enrico Fermi*

1. Considere algun proceso de scattering generico de hadrones, bajo la hiptesis de que se respeta la simetría de Isospin. En lo siguiente, consideramos estados en los que coinciden todas las etiquetas del estado (función de onda espacial, spin, etc) difiriendo unicamente en las estiquedas de Isospin total  $I$  y proyección  $I_3$ . El estado inicial será dentotado simplemente por  $I, I_3 >$ .  $U$  es el operador de evolución temporal que respeta esta simetría. El objetivo de este ejercicio simple es distinguir dos nociones relacionadas: la conservación del isospin (el total y su proyección 3) y la simetría de la amplitud de la cual se deduce esta ley de conservación conservación.

A fin de dejar claro esto diga cuales de las siguientes amplitudes son cero y cuales de las no nulas estan relacionadas por la simetría.

- a)  $M_1 = \langle \frac{1}{2}, \frac{1}{2} | U | \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \rangle$    b)  $M_2 = \langle \frac{3}{2}, \frac{2}{2} | U | \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \rangle$   
c)  $M_3 = \langle \frac{3}{2}, \frac{-1}{2} | U | \frac{3}{2}, -\frac{1}{2} \rangle$    d)  $M_4 = \langle \frac{3}{2}, \frac{3}{2} | U | \frac{3}{2}, \frac{3}{2} \rangle$   
e)  $M_5 = \langle \frac{1}{2}, -\frac{1}{2} | U | \frac{1}{2}, -\frac{1}{2} \rangle$

2.  Usando invariancia de isospin en interacciones fuertes, muestre que las secciones eficaces verifican

$$a. \frac{\sigma(pp \rightarrow \pi^+ d)}{\sigma(np \rightarrow \pi^0 d)} = 2 \quad b. \sigma(dd \rightarrow \alpha \pi^0) = 0.$$

donde  $\alpha$  tiene isospin cero.

3. El  $\Sigma^{*0}$  puede decaer en  $\Sigma^- \pi^+, \Sigma^0 \pi^0, \Sigma^+ \pi^-$ . A partir de la conservación del isospin en las interacciones fuertes indique qué porcentaje espera en cada canal. Buscando las masas de cada partícula, verifique que el proceso es permitido por las leyes de conservación de momento y energía.
4. Encuentre el cociente entre las secciones eficaces de las reacciones

$$\pi^- + p \rightarrow K^0 + \Sigma^0 \quad (1)$$

$$\pi^0 + p \rightarrow K^+ + \Sigma^0 \quad (2)$$

$$\pi^+ + p \rightarrow K^+ + \Sigma^+ \quad (3)$$

suponiendo en estos casos que la evolución favorece 'el canal' de isospin 1/2 (luego suponga el de 3/2).

5. Al estudiar la reacción  $K^- p \rightarrow \Sigma^+ \pi^-$  en función de la energía se observa la formación de una resonancia(\*) a 1660 MeV en el c.m. ¿Qué se puede decir de los números cuánticos de ésta? Muestre que el isospin no queda unívocamente determinado. Ahora vea que si observa una resonancia a la misma energía pero siendo el estado final  $\Sigma^0 \pi^0$  (y mismo estado inicial) ahora sí permite decidir entre las diversas posibilidades. (\*)La resonancia en este caso se asocia a un estado con isospin definido.
-