ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4

PRIMER CUATRIMESTRE 2026

PRÁCTICA 2A: 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 estándar 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 algún proceso de scattering genérico de hadrones, bajo la hipótesis 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 etiquetas de Isospin total I y proyección I_3 . El estado inicial será denotado 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 siguientes no nulas están relacionada por la simetría.

   a) $M_1 =< \frac{1}{2}, \frac{1}{2}|U|\frac{3}{2}, \frac{1}{2} >$ $b)$ $M_2 =< \frac{3}{2}, \frac{2}{2}|U|\frac{3}{2}, \frac{1}{2} >$

   c) $M_3 =< \frac{3}{2}, \frac{-1}{2}|U|\frac{3}{2}, -\frac{1}{2} >$ $d)$ $M_4 =< \frac{3}{2}, \frac{3}{2}|U|\frac{3}{2}, \frac{3}{2} >$

   e) $M_5 =< \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}|U|\frac{1}{2}, -\frac{1}{2} >$

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

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

   donde α tiene isospin cero.

3. El Σ^{*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"[1].

[1] Por "canal" se entiende cadas una de los posibles productos finales o iniciales en el proceso. El término viene de el estudio de scattering en guías de onda donde distintos resultados corresponden literalmente a canales

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. La resonancia en este caso se asocia a un estado con isospin definido. ¿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.