

# Hoja de problemas n° 6

Física Nuclear, 5° CC. Físicas, grupo C

enero 2012

1. Los estados bariónicos de más baja energía de espín-paridad  $\frac{1}{2}^+$  corresponden a las partículas siguientes:  $p$ ,  $n$ ,  $\Xi^-$ ,  $\Xi^0$ ,  $\Lambda$ ,  $\Sigma^+$ ,  $\Sigma^-$  y  $\Sigma^0$ . Mostrar estas partículas en un diagrama de hipercarga  $Y$  frente a tercera componente de isospín  $T_3$ . Para cada partícula de este multiplete determinar el isospín  $T$ , el número bariónico, el número leptónico y la extrañeza.
2. Utilizando los números cuánticos de la tabla izquierda para los quarks  $u$ ,  $d$  y  $s$ 
  - a) Determinar la carga  $Q$  de cada uno y los números cuánticos de los antiquark.
  - b) Determinar la composición de las partículas de la tabla de la derecha en términos de los quark  $u$ ,  $d$ ,  $s$ ,  $\bar{u}$ ,  $\bar{d}$ ,  $\bar{s}$ .
  - c) ¿Cuál es la antipartícula del  $\pi^-$ ?
  - d) ¿Es posible la reacción  $p + \bar{n} \rightarrow \pi^- + \pi^+ + \pi^+ + \Lambda^0$  mediante interacción fuerte?

	T	$T_3$	S	B	Q
$u$	1/2	1/2	0	1/3	
$d$	1/2	-1/2	0	1/3	
$s$	0	0	-1	1/3	

	T	$T_3$	S	B	Q	quarks
$p$	1/2	1/2	0	1	1	
$\bar{n}$	1/2	1/2	0	-1	0	
$\pi^-$	1	-1	0	0	-1	
$\bar{K}^0$	1/2	1/2	-1	0	0	
$\Lambda^0$	0	0	-1	1	0	

3. Indicar las leyes de conservación que impiden cada una de las siguientes *desintegraciones*:

- a)  $n \rightarrow p + e^-$
- b)  $n \rightarrow \pi^+ + e^-$
- c)  $n \rightarrow p + \pi^-$
- d)  $n \rightarrow p + \gamma$

Indicar las leyes de conservación que se violan en los siguientes procesos:

- a)  $p + n \rightarrow p + \Lambda^0$
- b)  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^+ + \pi^- + \pi^+ + \pi^0$
- c)  $\Lambda^0 \rightarrow K^0 + \pi^0$
- d)  $K^- \rightarrow \pi^0 + e^-$
- e)  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^0$

4. Explicar razonadamente si las siguientes procesos ocurren mediante la interacción fuerte, débil o electromagnética, o si no pueden tener lugar.

- |  |   |
|--|---|
| a) $\tau^- \rightarrow e^- + \gamma$                     | b) $\tau^- \rightarrow \mu^- + \gamma$      |
| c) $\tau^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu + \bar{\nu}_\tau$ | d) $K^+ + n \rightarrow \Lambda^0 + \pi^+$  |
| e) $\pi^- + p \rightarrow \Lambda^0 + K^0$               | f) $\Omega^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$ |
| g) $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$                  | h) $\Xi^0 \rightarrow \Sigma^+ + \pi^-$     |

5. Considere la colisión de un protón en movimiento contra un protón en reposo para dar una partícula de masa en reposo  $M$  además de los dos protones.

- Indicar qué tipo de partícula se puede crear y dar un posible candidato.
- Calcular la mínima energía del protón en movimiento en función de  $M$ .
- Calcular la mínima energía si los dos protones se movieran uno contra otro a la misma velocidad.
- Aplicar los dos resultados anteriores al caso de la creación de piones  $\pi^0$  de masa  $m_\pi = 135 \text{ MeV}/c^2$ , y calcular la energía (cinética) umbral en ambos casos. ¿Cuál de los dos métodos de producción es preferible?

6. Un acelerador produce un haz de protones que se hacen incidir sobre un blanco de hidrógeno. Calcular la energía mínima y la energía cinética umbral para que se puedan crear antiprotones.

7. Se consideran las desintegraciones  $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$  y  $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ , con los piones iniciales en reposo. Determinar las energías cinéticas del muón y el antineutrino, así como las energías totales de los dos fotones. Considérese la reacción  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$ . Obtener la energía cinética umbral del pión, si incide sobre el protón en reposo. Obtener la energía cinética de los muones y fotones resultantes de la desintegración de los piones en este caso.

**Masas en  $\text{MeV}/c^2$ :**  $m_p = 938.3$ ,  $m_{\pi^-} = 139.6$ ,  $m_{\pi^0} = 135.0$   $m_\mu = 105.7$ ,  $m_{\bar{\nu}_\mu} \sim 0$

8. Considérese la aniquilación  $\Sigma^* \rightarrow n + \pi^+$  en el sistema centro de masas. La energía del pión emitido es de 91.7 MeV. Tomando como datos las masas del pión y neutrón, obténgase la masa del  $\Sigma^*$ .

9. El bosón vectorial  $W^+$  se desintegra en reposo de acuerdo con  $W^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ . Una medida del trimomento del muón resultado de la desintegración indica el valor de 40.1 GeV/c. Estimar la masa del  $W^+$ . Calcular la velocidad del muón producido y estimar el espacio que recorre, observado desde el sistema laboratorio del  $W^+$ , si la vida media del muón (en el sistema en reposo del muón) es  $\tau$ .

**Datos:**  $\tau = 2 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ ,  $m_\mu = 105.7 \text{ MeV}/c^2$ ,  $m_{\nu_\mu} \sim < 0.2 \text{ MeV}/c^2$