

2017 FÍSICA DE PARTÍCULAS - 2

12. a) Escriba el diagrama de más bajo orden para la difusión fotón-fotón: $\gamma + \gamma \rightarrow \gamma + \gamma$.
 b) Escriba los 17 diagramas de cuarto orden (4 vértices) para la difusión Compton (diagramas no conectados no contribuyen).
 c) Escriba los diagramas de más bajo orden para el proceso $e^+ + e^- \rightarrow W^+ + W^-$.

13. a) Dibuje un diagrama para el proceso fuerte de producción de partículas con extrañeza $\pi^+ + p \rightarrow K^+ + \Sigma^-$ comentado en clase.
 b) Considere que el protón en el estado inicial está formado por quarks con colores $p = u_b u_r d_g$ e indique cuáles deben ser los colores de todos los quarks de las otras partículas.
 c) Dibuje un diagrama para el proceso cruzado $\pi^- + p + K^- \rightarrow \Sigma^-$.

14. a) ¿Qué decaimiento le parece más probable: $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$ ó $\Xi^- \rightarrow n + \pi^-$? Explique su respuesta y compárela con los datos experimentales.

b) ¿Qué decaimiento del mesón $D^0 (c\bar{u})$ le parece más probable $D^0 \rightarrow K^- + \pi^+$, $D^0 \rightarrow \pi^- + \pi^+$, ó $D^0 \rightarrow K^+ + \pi^-$? Argumente.

Dibuje los diagramas de Feynman, explique su respuesta y compare con los datos experimentales (una de las predicciones del modelo de Cabibbo/GIM/KM fue que los mesones con encanto debían decaer preferentemente a mesones extraños, aunque energéticamente el decaimiento a dos piones está favorecido).

c) ¿ Los mesones B deben decaer preferentemente a D, K ó π ?

15. Examine los siguientes procesos e indique cuáles son posibles o imposibles, de acuerdo al Modelo Estándar, indicando la interacción responsable del decaimiento. En caso de que el decaimiento no sea posible, indique qué ley de conservación lo prohíbe.

- a) $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ b) $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$ c) $\Sigma^0 \rightarrow \Delta + \pi^0$ d) $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$
 e) $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ f) $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ g) $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$ h) $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$
 i) $e + p \rightarrow \nu_e + \pi^0$ j) $p + p \rightarrow \Sigma^+ + n + K^0 + \pi^0 + \pi^+$ k) $p \rightarrow e^+ + \gamma$
 l) $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$ m) $n + \pi^+ \rightarrow \pi^- + p$ n) $n + \bar{n} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$
 o) $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$ p) $n + \Sigma^+ \rightarrow p + \Sigma^-$ q) $\Sigma^0 \rightarrow \Delta + \gamma$ r) $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$
 s) $\Xi^0 \rightarrow p + \pi^-$ t) $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + K^0$ u) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ v) $\Sigma^- \rightarrow n + e + \bar{\nu}_e$

16. Algunos decaimientos son posibles por la acción de diferentes interacciones. Dibuje los diagramas de Feynman para los siguientes procesos que se han observado en los experimentos, indicando qué interacciones actúan.

- a) $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu + \gamma$
 b) $\Sigma^+ \rightarrow p + \gamma$
 c) $\mu^- \rightarrow e^- + e^+ + e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$

17. a) El mesón Υ , formado por b y \bar{b} , es el análogo al mesón ψ formado por c y \bar{c} . Su masa es $9460 \text{ MeV}/c^2$ y su vida media $1.5 \times 10^{-20} \text{ s}$. A partir de estos datos, ¿qué puede decir acerca de la masa del mesón B^- , formado por los quarks \bar{u} y b ?

b) El mesón ψ' ($\psi(2S)$ en el pdg) de masa $3686 \text{ MeV}/c^2$ tiene igual contenido de quarks que el ψ . Su modo de decaimiento principal es $\psi' \rightarrow \psi + \pi^+ + \pi^-$. Indique si el decaimiento anterior es fuerte, si es suprimido OZI y la vida media que es esperable para ψ' (consultar libro de Griffiths).

18. Los muones provenientes de rayos cósmicos se producen en las capas altas de la atmósfera (aprox. 8000 m) a velocidades cercanas a la de la luz (por ejemplo $0.998 c$) y llegan al nivel del mar.

a) De acuerdo con la mecánica clásica, ¿a qué distancia máxima pueden viajar los muones desde la atmósfera?

b) Repita el cálculo usando la relatividad especial para la velocidad indicada. Calcule también la energía mínima que deben tener los muones para llegar al nivel del mar.

c) Se producen piones en la atmósfera con el proceso $p + p \rightarrow p + p + \text{piones}$, y estos últimos decaen en muones de acuerdo a $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ y $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$.

Indique si los piones pueden alcanzar al nivel del mar para la velocidad indicada arriba, y cuál sería la energía mínima para que esto sea posible.

d) Calcule en promedio cuánto recorre en el LAB un muon, producto del decaimiento de un pion en reposo, antes de desintegrarse.