

1. Considereu les següents reaccions, que es donen a través de la interacció forta. Sabent que, per conveni, es pren  $S(p) = S(n) = S(\pi) = 0$ , i  $S(K^+) = 1$ , deduiu els valors de l'estranyesa de les altres partícules presents.

- (a)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow \Lambda (-1) + K^0 (+1)$
- (b)  $\pi^0 (0) + p (0) \rightarrow \Lambda (-1) + K^+ (+1)$  (comencem per aquesta reacció deduïnt l'estranyesa de la  $\Lambda$  i seguim amb la primera per deduir la del mesó  $K^0$ , a partir d'aquí es van deduïnt totes les de les altres partícules presents.)
- (c)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow \Sigma^0 (-1) + K^0 (+1)$
- (d)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow \Sigma^- (-1) + K^+ (+1)$
- (e)  $\pi^+ (0) + p (0) \rightarrow \Sigma^+ (-1) + K^+ (+1)$
- (f)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow \Xi^- (-2) + K^0 (+1) + K^+ (+1)$
- (g)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow \Xi^0 (-2) + K^0 (+1) + K^0 (+1)$
- (h)  $\pi^+ (0) + p (0) \rightarrow \Xi^0 (-2) + K^+ (+1) + K^+ (+1)$
- (i)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow n (0) + K^+ (+1) + K^- (-1)$
- (j)  $\pi^- (0) + p (0) \rightarrow n (0) + K^0 (+1) + \bar{K}^0 (-1)$

2. Trobeu el contingut en quarks de totes les partícules que apareixen al diagrama de *L'octava via* de Gell-Mann.

Tal com vem comentar a classe, detallem només els que tenen un contingut clar sense ambigüitats. Recordeu que a nivell intern els mesons pseudoescalars tenen la mateixa composició que els vectorials, el fet de tenir noms diferents és a causa de la diferència en l'acoblament de l'espín dels quarks que els componen, donant lloc a estats energètics diferents. Una cosa semblant succeeix amb alguns barions,

- (a)  $K^0 = K^{*0} \rightarrow \bar{s} d$
- (b)  $K^- = K^{*-} \rightarrow \bar{u} s$
- (c)  $K^+ = K^{*+} \rightarrow \bar{s} u$
- (d)  $\bar{K}^0 = \bar{K}^{*0} \rightarrow \bar{d} s$
- (e)  $\pi^+ = \rho^+ \rightarrow \bar{d} u$
- (f)  $\pi^- = \rho^- \rightarrow \bar{u} d$
- (g)  $p = \Delta^+ \rightarrow u u d$
- (h)  $n = \Delta^0 \rightarrow u d d$

- (i)  $\Sigma^{*-} = \Sigma^- \rightarrow d d s$
- (j)  $\Lambda = \Sigma^0 = \Sigma^{*0} \rightarrow u d s$
- (k)  $\Sigma^+ = \Sigma^{*+} \rightarrow u u s$
- (l)  $\Xi^- = \Xi^{*-} \rightarrow d s s$
- (m)  $\Xi^0 = \Xi^{*0} \rightarrow u s s$
- (n)  $\Omega^- \rightarrow s s s$

3. Cadascuna de les reaccions que hi ha a continuació no és permesa. Determineu la llei de conservació que es viola en cada cas.

- (a)  $p + \bar{p} \rightarrow \mu^+ + e^-$   
No es conserven els nombres quàntics leptònics electrònics ni muònics.
- (b)  $\pi^- + p \rightarrow p + \pi^+$   
No es conserva la càrrega elèctrica.
- (c)  $p + p \rightarrow p + p + n$   
No es conserva el nombre bariònic.
- (d)  $p + p \rightarrow p + \pi^+$   
No es conserva el nombre bariònic.
- (e)  $\gamma + p \rightarrow n + \pi^0$   
No es conserva la càrrega elèctrica.

4. Les següents reaccions involucren neutrins o antineutrins. Afegiu els que calguin.

- (a)  $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
- (b)  $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
- (c)  $\bar{\nu}_{e-} + p \rightarrow n + e^+$
- (d)  $\nu_{e-} + n \rightarrow p + e^-$
- (e)  $n \rightarrow p + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
- (f)  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_{e-}$

5. Considereu les reaccions següents i comproveu si es conserven els nombres quàntics rellevants. Indiqueu si la reacció és possible, i quina interacció (forta, electromagnètica o feble) la produeix.

(a)  $\bar{p} + p \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: si
- iv. Nombres quàntics leptònics: - (no hi ha leptons)
- v. És possible. Interacció forta.

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

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: si
- iv. Nombres quàntics leptònics: - (no hi ha leptons)
- v. És possible. Interacció forta.

(c)  $p + K^- \rightarrow n + K^+ + \pi^-$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: no
- iv. Nombres quàntics leptònics: - (no hi ha leptons)
- v. És possible. Interacció feble (no s'ha conservat l'estranyesa)

(d)  $\bar{\nu}_\mu + p \rightarrow \mu^+ + n$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: si
- iv. Nombres quàntics leptònics: si
- v. És possible. Interacció feble (hi ha leptons)

(e)  $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + \Lambda$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: no
- iv. Nombres quàntics leptònics: si
- v. És possible. Interacció feble (no s'ha conservat l'estranyesa)

(f)  $\tau^- \rightarrow \nu_\tau + K^-$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: si
- iii. Estranyesa: no
- iv. Nombres quàntics leptònics: si
- v. És possible. Interacció feble (no s'ha conservat l'estranyesa)

(g)  $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: - (no hi ha barions)
- iii. Estranyesa: - (no hi ha barions ni mesons)
- iv. Nombres quàntics leptònics:- (no hi ha leptons)
- v. És possible. Interacció electromagnètica (hi ha presència de fotons)

(h)  $e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \pi^-$

- i. Càrrega elèctrica: si
- ii. Nombre bariònic: - (no hi ha barions)
- iii. Estranyesa: - (no hi ha barions ni mesons)
- iv. Nombres quàntics leptònics: no, (a nivell de neutrins)
- v. No és possible. Haurien d'aparèixer els corresponents neutrins que fan que l'energia a banda i banda de la reacció, es conservi. (Els pions tenen més massa que l'electró i el positró).

6. Trobeu la partícula que falta en cadascuna de les reaccions següents. Com a resposta, s'ha suggerit la més senzilla si hi havia diverses possibilitats

(a)  $p + \bar{p} \rightarrow n + \bar{n}$

(b)  $p + p \rightarrow p + \Lambda^0 + \pi^+$

(c)  $\pi^0 + p \rightarrow \Sigma^0 + \pi^+$

(d)  $K^- + n \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$

(e)  $\tau^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\tau$

(f)  $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$

7. Decidiu si cada reacció és possible i quina interacció la governa.

(a)  $\pi^+ + p \rightarrow \Delta^{++}$  És possible. Interacció forta.

- (b)  $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$  És possible. Interacció feble (canvia l'estranyesa).
- (c)  $\Omega^- \rightarrow \Lambda^0 + K^-$  És possible. Interacció feble (canvia l'estranyesa).
- (d)  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$  No és possible. No es conserva el nombre quàntic leptònic electrònic.
- (e)  $\Lambda^0 \rightarrow n + \pi^0$  És possible. Interacció feble (canvia l'estranyesa).
- (f)  $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$  És possible. Interacció feble (canvia l'estranyesa).
- (g)  $\pi^+ + p \rightarrow p + p + \bar{n}$  És possible. Interacció forta.
8. Considereu els següents hadrons *encantats*. Trobeu el seu contingut en quarks sabent que no tenen estranyesa i que no contenen cap altre quark pesant.
- (a)  $D^+ \rightarrow c \bar{d}$
- (b)  $D^- \rightarrow \bar{c} d$
- (c)  $D^0 \rightarrow c \bar{u}$
- (d)  $\bar{D}^0 \rightarrow \bar{c} u$
- (e)  $\Lambda_c^+ \rightarrow u d c$  (és un barió)
9. Considereu els següents hadrons amb *bellesa*. Trobeu el seu contingut en quarks sabent que no tenen estranyesa i que no contenen cap altre quark pesant.
- (a)  $B^+ \rightarrow u \bar{b}$
- (b)  $B^- \rightarrow \bar{u} b$
- (c)  $B^0 \rightarrow d \bar{b}$
- (d)  $\bar{B}^0 \rightarrow \bar{d} b$
- (e)  $\Lambda_b^0 \rightarrow u d b$  (és un barió)