

Dire quali reazioni sono possibili e quali no. Nel caso siano possibili indicare l'interazione responsabile e nel caso non lo siano, spiegare perché.

a) $\pi^0 \rightarrow \pi^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ SI NO :

il π^0 ha una massa inferiore al π^+

b) $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^- + \bar{\nu}_e$ SI NO :

violazione del numero leptonico

c) $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + e^+ + e^-$ SI NO :

interazione debole

d) $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \mu^+ + \mu^-$ SI NO :

conservazione dell'energia

e) $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$ SI NO :

interazione forte

f) $\Xi^0 \rightarrow \Sigma^- + e^+ + \nu_e$ SI NO :

in questo caso viene violata la regola $\Delta S = \Delta Q$.

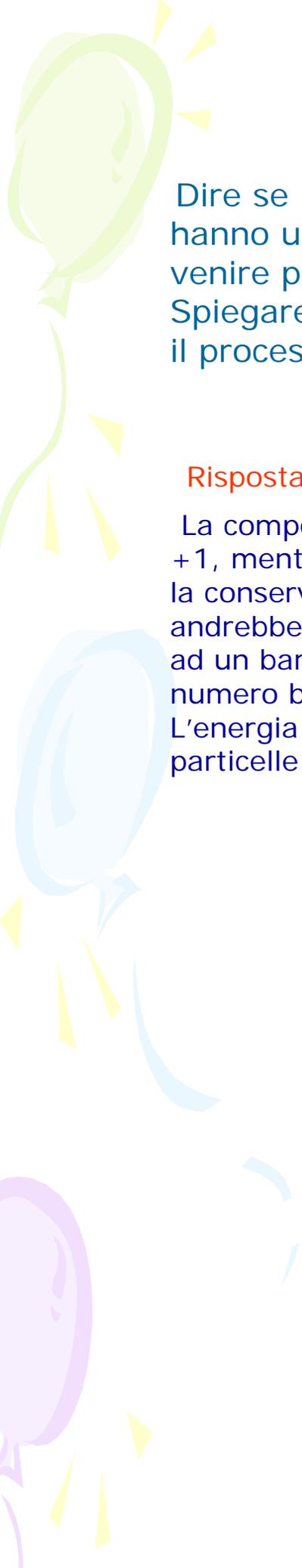
Utilizzando il modello a quark, sarebbe necessaria la transizione di un quark s in un quark d, ma questo non è possibile al primo ordine (FCNC)

g) $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + e^- + \bar{\nu}_e$ SI NO :

interazione debole. In questo caso $\Delta S = \Delta Q$

h) $\nu_\mu + n \rightarrow K^0 + p + e^-$ SI NO :

Violazione numero leptonico



Dire se nella reazione $K^0 + \text{protone}$, dove i K^0 hanno un'energia cinetica di 800 MeV, possono venire prodotti dei barioni dotati di stranezza. Spiegare perché, se non è possibile, oppure scrivere il processo se è invece possibile.

Risposta: NON è possibile

La composizione in quark del K^0 è $d\bar{s}$, quindi ha stranezza +1, mentre i barioni strani hanno stranezza -1, quindi per la conservazione della stranezza nelle interazioni forti andrebbero prodotti almeno due antibarioni strani insieme ad un barione strano. Inoltre, per la conservazione del numero barionico, andrebbero prodotti altri due barioni. L'energia del K^0 è troppo piccola per produrre tutte queste particelle.

Dire quali reazioni sono possibili e quali no. Nel caso siano possibili indicare l'interazione responsabile e nel caso non lo siano, spiegare perché. (si tenga presente che i processi deboli al secondo ordine sono di fatto proibiti).

a) $n + p \rightarrow d + \gamma$ SI NO :

elettromagnetico per via della presenza del fotone

b) $\Xi^- \rightarrow n + K^-$ SI NO :

La massa del Ξ^- è inferiore alla massa del neutrone più quella del K

c) $p + p \rightarrow \pi^+ + d$ SI NO :

interazione forte perché non c'è nulla che lo proibisca

d) $D^+ \rightarrow K^- + \pi^+ + \pi^+$ SI NO :

processo debole perché cambia sia il charm che la stranezza

e) $K^- + p \rightarrow K^0 + n$ SI NO :

proibita al primo ordine delle interazioni deboli perché si ha $\Delta S = 2$

f) $\pi^- + p \rightarrow K^0 + \Lambda$ SI NO :

interazione forte: produzione associata, $\Delta S = 0$

g) $e^+ + e^- \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\mu$ SI NO :

interazione debole, avviene tramite lo scambio di uno Z

h) $\Omega^- \rightarrow \bar{K}^0 + K^-$ SI NO :

violazione del numero barionico

Il mesone D_S ha charm=1, stranezza=1 e spin zero. Indicare la sua composizione in quark, il suo spin isotopico e la sua carica. Il mesone D_S^* ha lo stesso contenuto in quark del D_S ma ha spin 1. Il D_S^* decade in $D_S + \pi$ con un B.R. del 6%. Spiegare qual è l'interazione responsabile di questo decadimento.

Il D_S è composto dal quark c e dall'antiquark s, quindi il suo spin isotopico è zero (solo i quark u e d hanno spin isotopico $\frac{1}{2}$) e la sua carica è +1.

Anche il D_S^* ha spin isotopico zero, mentre il pione ha spin isotopico 1, quindi lo stato finale $D_S^* + \pi$ ha spin isotopico 1, mentre lo stato iniziale, D_S , ha spin isotopico nullo, quindi il decadimento non può essere forte per la conservazione dello spin isotopico totale. Il decadimento sarà mediato dall'interazione elettromagnetica, in quanto essa non deve sottostare alla legge della conservazione dello spin isotopico totale e non vi è nessun'altra regola di conservazione violata dal decadimento elettromagnetico.

Il decadimento più probabile (94%) è $D_S^* \rightarrow D_S + \gamma$, il che conferma che il decadimento è elettromagnetico (B.R. dello stesso ordine di grandezza).

Ricordiamo le masse e la stranezza delle tre particelle:

Λ : $m=1115$ MeV, $S=-1$; Σ^0 : $m=1192$ MeV, $S=-1$; Ξ^0 : $m=1314$ MeV, $S=-2$.

La Λ e la Ξ^0 sono rispettivamente i barioni più leggeri con stranezza -1 e -2, quindi i loro decadimenti dovranno essere necessariamente mediati dalle interazioni deboli, mentre la Σ^0 può fare un decadimento elettromagnetico, $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$, e quindi avrà una vita media molto più breve, tipica delle interazioni elettromagnetiche.

L'ottetto dei barioni $\frac{1}{2}^+$ di SU(3) è composto da p,n, Σ^+ , Σ^0 , Σ^- , Ξ^- , Ξ^0 , Λ . La vita media della Λ è di $2.6 \cdot 10^{-10}$ s, quella della Σ^0 è di $7.4 \cdot 10^{-20}$ s e quella della Ξ^0 è di $2.9 \cdot 10^{-10}$ s. Spiegare come mai la vita media della Σ^0 è molto più piccola di quelle della Λ e della Ξ^0 .

Ricordiamo le masse e la stranezza delle tre particelle:

Λ : $m=1115$ MeV, $S=-1$; Σ^0 : $m=1192$ MeV, $S=-1$; $\Xi^0=1314$ MeV, $S=-2$.

La Λ e la Ξ^0 sono rispettivamente i barioni più leggeri con stranezza -1 e -2, quindi i loro decadimenti dovranno essere necessariamente mediati dalle interazioni deboli, mentre la Σ^0 può fare un decadimento elettromagnetico, $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$, e quindi avrà una vita media molto più breve, tipica delle interazioni elettromagnetiche.

Dire quali reazioni sono possibili e quali no. Nel caso siano possibili indicare l'interazione responsabile e nel caso non lo siano, spiegare perché. (si tenga presente che i processi deboli al secondo ordine sono di fatto proibiti).

a) $\pi^+ + p \rightarrow K^+ + \Sigma^+$ SI NO :

Interazione forte, si conserva la stranezza

b) $\pi^- + p \rightarrow K^- + \Sigma^+$ SI NO :

Non si conserva la stranezza $S=0 \rightarrow S=-2$

c) $\bar{p} + p \rightarrow 2\pi^+ + 2\pi^- + \nu_e$ SI NO :

Violazione del numero leptonico elettronico

d) $\Sigma^+ \rightarrow p + \mu^+ + \mu^-$ SI NO :

Processo proibito al primo ordine perché è un FCNC

e) $e^+ + e^- \rightarrow \nu + \bar{\nu} + \gamma$ SI NO :

Interazione debole, il γ viene dallo stato iniziale

f) $\pi^+ + n \rightarrow K^+ + \Lambda$ SI NO :

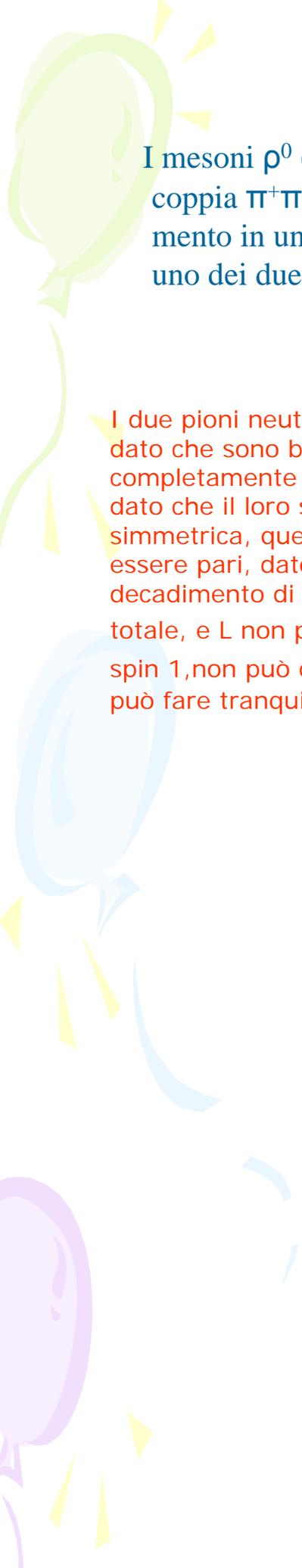
Interazione forte, si conserva la stranezza

g) $\mu^+ + e^- \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_e$ SI NO :

violazione dei numeri leptonici

h) $\Omega^- \rightarrow \Lambda + K^-$ SI NO :

interazione debole, viene violata la stranezza



I mesoni ρ^0 (770) e f_2^0 (1270) decadono per interazione forte in una coppia $\pi^+\pi^-$, e hanno rispettivamente spin 1 e spin 2. Il decadimento in una coppia di pioni neutri è assolutamente proibita per uno dei due mesoni. Indicare quale e spiegare il perché.

I due pioni neutri costituiscono un sistema di due particelle identiche, e dato che sono bosoni (hanno spin 0) la loro funzione d'onda deve essere completamente simmetrica. La parte di spin è simmetrica per definizione dato che il loro spin è nullo, quindi la parte orbitale deve essere simmetrica, questo vuol dire che il loro momento orbitale relativo deve essere pari, dato che la parità è uguale a $(-1)^L$. Dato che nel decadimento di una particella si deve conservare il momento angolare totale, e L non può essere dispari, ne consegue che il mesone ρ^0 che ha spin 1, non può decadere in due pioni neutri, mentre la f_2^0 che ha spin 2 lo può fare tranquillamente.

Dire quali reazioni sono possibili e quali no. Nel caso siano possibili indicare l'interazione responsabile e nel caso non lo siano, spiegare perché. (si tenga presente che i processi deboli al secondo ordine sono di fatto proibiti).

a) $p+p \rightarrow K^+ + K^+ + n+n$ SI NO :

Violazione della stranezza

b) $\bar{p}+n \rightarrow \pi^- + \pi^0$ SI NO

interazione forte

c) $K^+ + n \rightarrow K^+ + \bar{K}^0$ SI NO :

violazione del numero barionico

d) $\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ SI NO :

violazione del momento angolare totale

e) $\pi^0 \rightarrow \mu^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ SI NO :

violazione del numero leptonico

f) $K^0 \rightarrow K^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ SI NO :

int. debole, anche se lo spazio delle fasi è molto piccolo quindi di fatto non avviene

g) $K^- + p \rightarrow K^+ + \Xi^-$ SI NO :

int. forte

h) $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$ SI NO :

int. debole

Determinare il numero barionico, l'ipercarica, lo spin isotopico e la carica dei seguenti sistemi di quark.

a) $u\bar{s}$: $B = \dots 0 \dots$ $Y = \dots 1 \dots$ $I = \dots \frac{1}{2} \dots$; $Q = \dots 1 \dots$

b) $c\bar{d}$: $B = \dots 0 \dots$ $Y = \dots 1 \dots$ $I = \dots \frac{1}{2} \dots$; $Q = \dots 1 \dots$

c) ddc : $B = \dots 1 \dots$ $Y = \dots 2 \dots$ $I = \dots 1 \dots$; $Q = \dots 0 \dots$

Non si può avere isospin 0, perché $Q=0$ si ha solo se $I_3=-1$

d) ubc : $B = \dots 1 \dots$ $Y = \dots 1 \dots$ $I = \dots \frac{1}{2} \dots$; $Q = \dots 1 \dots$

e) $s\bar{s}$: $B = \dots 0 \dots$ $Y = \dots 0 \dots$ $I = \dots 0 \dots$; $Q = \dots 0 \dots$