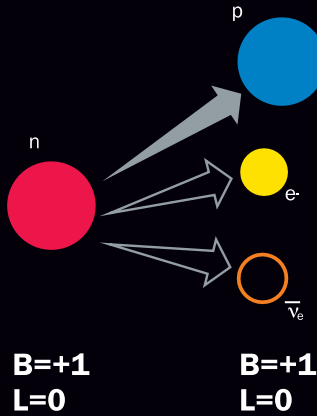


[as]

L'asimmetria materia-antimateria.

MODELLO STANDARD



decadimento beta

Il neutrone si trasforma in un protone emettendo un elettrone e un antineutrino.

Il numero barionico complessivo rimane $B=+1$.

Il numero leptonico complessivo rimane $L=0$ (perché viene emesso un antineutrino assieme a un elettrone).

NUMERO BARIONICO, B



Barioni
Composti da 3 quark.
Numero barionico $B=+1$



Antibarioni
Composti da 3 antiquark.
Numero barionico $B=-1$



Mesoni
Composti da una coppia di quark-antiquark.
Numero barionico $B=0$

NUMERO LEPTONICO, L

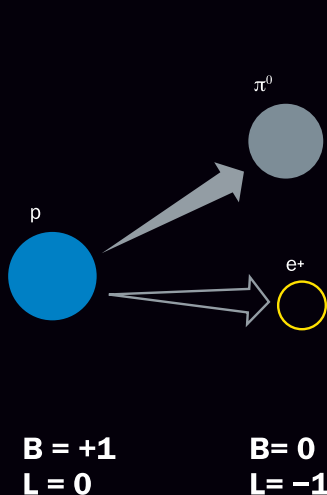


Leptoni
hanno numero leptonico $L=+1$



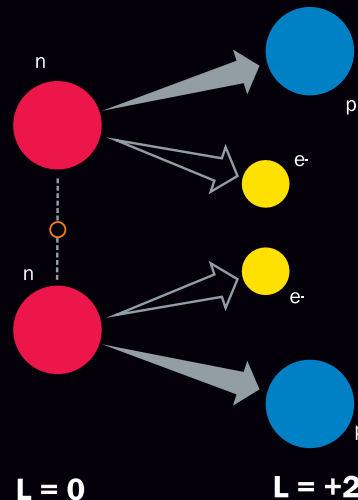
Antileptoni
hanno numero leptonico $L=-1$

OLTRE IL MODELLO STANDARD



decadimento del protone

L'unica possibilità perché il protone decada è la trasformazione di quark in leptoni, che viola simultaneamente la conservazione del numero barionico e leptonico. Questo potrebbe avvenire tramite l'accoppiamento con una particella intermedia X, molto pesante, mediatrice di un'interazione che si manifesta a una scala di energia elevata, tipica delle teorie Gut. La non conservazione del numero barionico è la prima condizione di Sacharov.

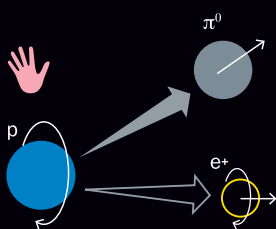


decadimento doppio beta senza neutrini

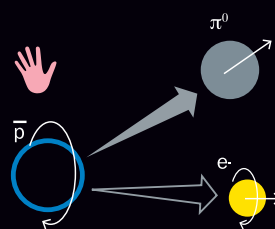
Se si verificano due decadimenti beta contemporaneamente, dovrebbero essere emessi due (anti)neutrini. Tuttavia se il neutrino è una particella di Majorana, ovvero coincide con la propria antiparticella, può essere emesso da un neutrone e riassorbito dall'altro rendendo possibile il doppio decadimento senza emissione di neutrini. Questa reazione viola di due unità la conservazione del numero leptonico.

ANTIPARTICELLE ALLO SPECCHIO

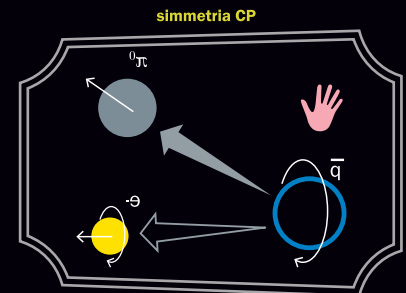
Nel modello standard le particelle di materia, quark e leptoni, sono «sinistrorse», cioè hanno lo spin opposto alla direzione del moto, mentre quelle di antimateria, cioè antiquark e antileptoni, sono «destrorse», cioè hanno lo spin che punta nella direzione del moto.



simmetria C



simmetria P



simmetria CP

Anche per un processo che viola il numero barionico, scambiando tutte le particelle con le rispettive antiparticelle (coniugazione di carica C) otteniamo variazioni di B uguali e di segno opposto, che quindi si compensano.

Poiché nel modello standard esistono solo leptoni sinistrorsi e antileptoni destrorsi, è anche necessario invertire la destra con la sinistra (simmetria di parità P).

Lo specchio CP applica contemporaneamente le due trasformazioni. Per ottenere uno sbilanciamento di numero barionico è necessario che ci sia una violazione di questa simmetria. Questa è la seconda condizione di Sacharov.