

Assedio ai K

Trent'anni di verifiche sperimentali al Cern.

di Enrico Iacopini



a.

Fin dal 1984, utilizzando una linea di fascio proveniente dall'acceleratore Sps (*Super Proton Synchrotron*), nella *North Area* (abbreviata Na) del Cern è in corso un programma sperimentale dedicato allo studio della violazione di CP nel sistema dei mesoni K neutri (K^0). Dopo le prime indicazioni ottenute con l'esperimento Na31, il miglioramento dell'apparato ottenuto con il suo successore Na48 ha permesso di verificare in modo definitivo l'esistenza della violazione diretta della simmetria CP nei decadimenti dei mesoni K^0 in due mesoni π . Na48 ha inoltre potuto misurare l'entità di questa violazione, che è prevista teoricamente dal modello standard ed è descritta attraverso il meccanismo di mescolamento CKM. Trattandosi tuttavia di una quantità molto piccola, è stato fondamentale disegnare il rivelatore in modo da non introdurre effetti sistematici tali da poter mascherare il risultato: per questo Na48 ha usato simultaneamente mesoni K_S e K_L . L'apparato sperimentale prevedeva una regione sottovuoto per il loro decadimento, seguita da uno spettrometro magnetico per la misura dell'impulso delle

particelle cariche originate in ciascun decadimento, un calorimetro elettromagnetico a krypton liquido (LKr), per la rivelazione dell'energia dei fotoni, e un rivelatore di muoni, per ridurre il rumore di fondo in cui queste particelle sono presenti.

L'analisi dei dati sperimentali di Na48 ha permesso di concludere in maniera definitiva che la dinamica dell'interazione debole viola effettivamente la simmetria CP, in accordo con lo schema previsto dal mescolamento dei quark. Perché allora si è deciso di continuare, con un nuovo esperimento di nome Na62?

La ragione primaria è che il modello standard, nonostante i suoi successi, richiede un completamento, per esempio con la supersimmetria (la ricerca di particelle supersimmetriche è uno dei compiti primari di Lhc). Anche se queste particelle non possono essere prodotte direttamente nel decadimento del mesone K perché, se esistono, sono comunque di massa molto più elevata, la meccanica quantistica prevede che esse possano essere osservate in modo indiretto, poiché il loro scambio "virtuale" può

a.
Uno dei 12 rivelatori di fotoni disposti lungo la linea di fascio di Na62 necessari per l'abbattimento del rumore di fondo proveniente dal canale $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$.



b.

comunque influire anche sui processi di decadimento ordinari.

Sulla base delle attuali conoscenze, il modello standard (che non include la supersimmetria) è in grado di fare una previsione molto precisa sulla frazione di decadimento del mesone K^+ in un mesone π positivo più un neutrino e un antineutrino. Questo decadimento è estremamente raro (meno di uno su 10 miliardi), ma potrebbe avvenire con una frequenza sensibilmente maggiore se esistessero le particelle supersimmetriche. Così, un eccesso di decadimenti di questo tipo rispetto alla previsione sarebbe un indizio di una nuova fisica, oltre il modello standard. Lo scopo di Na62 è proprio di osservare almeno un centinaio di questi decadimenti, misurando così il valore della frazione del decadimento del mesone

K^+ in mesone π positivo più un neutrino e un antineutrino con una precisione di circa il 10%. Per ottenere una prestazione di questo tipo, le diverse parti dell'esperimento devono assicurare di poter contenere il numero dei processi di fondo associati ai decadimenti più frequenti del mesone K, a meno di 1 su 100 miliardi! Per questo l'esperimento prevede, per esempio, oltre ai diversi rivelatori, in parte ereditati da Na48, necessari per l'identificazione e la misura delle caratteristiche cinematiche delle particelle del fascio e di quelle originate dai decadimenti, tutta una serie di rivelatori posti lungo i 65 metri della linea di decadimento, per la soppressione del rumore di fondo particolarmente abbondante e insidioso in cui il mesone π di decadimento è accompagnato da fotoni invece che dalla coppia neutrino-antineutrino.

b.

Il lungo canale di decadimento in vuoto dei K_S e K_L , esteso per più di 50 metri, dell'esperimento Na48 al Cern.

Biografia

Enrico Iacopini è professore di fisica nucleare e subnucleare presso l'Università di Firenze. È stato responsabile nazionale di Na48 e lo è attualmente di Na62. Dal 2010 è direttore del Dipartimento di Fisica e Astronomia.

Link sul web

<http://na48.web.cern.ch/NA48/Welcome.html>

<http://na62.web.cern.ch/NA62>