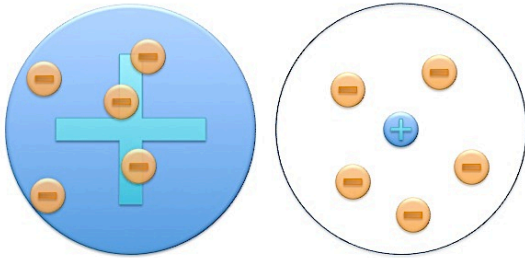


I MODELLI DELLA FISICA

Lo scopo della fisica è quello di scoprire i principi che regolano tutti i fenomeni che avvengono in natura.



Modelli atomici di Thomson e Rutherford

Quest'obiettivo è talvolta raggiunto attraverso uno schema semplificato, chiamato modello, del fenomeno descritto. Un esempio di modello fisico molto famoso è quello atomico di Rutherford, con il minuscolo nucleo carico e gli elettroni che gli orbitano attorno. Questo modello andò a sostituire quello di Thomson nel quale gli elettroni si muovono in una carica positiva diffusa. Ciò accadde dopo l'esperimento di Rutherford del 1911, i cui risultati non potevano in alcun modo essere spiegati dal modello di Thomson. In questi casi, il modello è uno schema visivo che aiuta a immaginare oggetti impossibili da osservare direttamente.

IL MODELLO STANDARD

I costituenti primi della materia e le loro interazioni sono descritti dal cosiddetto Modello Standard (MS). Esso postula l'esistenza di un piccolo numero di particelle elementari che, interagendo tramite tre forze fondamentali, danno vita all'universo che conosciamo. Il modello, inoltre, descrive quantitativamente la probabilità che un certo fenomeno accada. Il MS, come tutti i modelli finora teorizzati, spiega solo una parte dei fenomeni che avvengono in natura, ad esempio non include la forza di gravità e non descrive la cosiddetta *materia oscura* che sembra costituire gran parte dell'universo. D'altro canto, il MS si è rivelato estremamente preciso nella predizione di moltissimi risultati. Un esempio molto importante è la predizione delle masse delle particelle che mediano l'interazione debole (W^+ , W^- , Z^0) la cui scoperta ha fruttato il premio No-

bel a Carlo Rubbia (insieme a Simon van der Meer) nel 1984.

I LIMITI DEI MODELLI

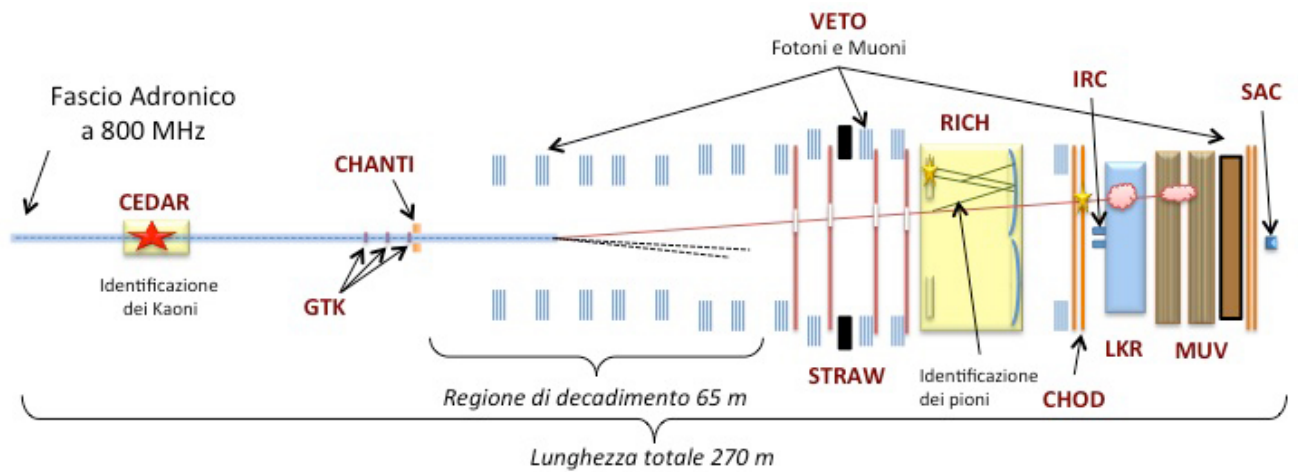
È compito dei fisici migliorare i modelli per ottenere previsioni sempre più precise. A tale scopo, i fisici teorici creano modelli sempre più raffinati, mentre i fisici sperimentali cercano di "mettere alla prova" i modelli esistenti, cercandone i punti deboli. Paradossalmente, i punti deboli di un modello vanno ricercati nei suoi punti di forza, cioè nei risultati che esso predice con più accuratezza.

LA FISICA DEI PROCESSI RARI

Il Modello Standard si basa sui dati di fisica delle particelle finora raccolti, dunque per sfidarlo, è necessario osservare processi mai osservati in precedenza, sperando di misurare valori che si discostino da ciò che il modello predice. Quando questo accade, si parla di "nuova fisica", cioè fenomeni che non siamo ancora in grado di spiegare, sotto cui si nasconde qualcosa di nuovo. Per cercare nuova fisica, si possono percorrere due strade: una punta ad aumentare l'energia disponibile per produrre e osservare nuove particelle (un famoso esempio di questa fisica "di scoperta" è la ricerca del bosone di Higgs a LHC); l'altra punta a misurare processi finora mai osservati poiché estremamente rari, o a raffinare la conoscenza di processi già noti. In questo secondo approccio, i processi in questione devono essere predetti con grande precisione dal MS, in modo che una deviazione costituisca un inequivocabile segnale di nuova fisica.

L'ESPERIMENTO NA62

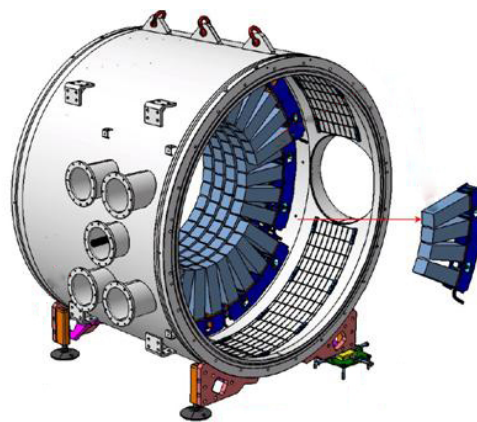
NA62 è il sessantaduesimo esperimento ospitato nell'area nord (North Area) del super-protosincrotrone (SPS) del CERN di Ginevra. Lo scopo dell'esperimento è la misura della probabilità che avvenga un rarissimo decadimento del kaone positivo in un pione, un neutrino e un anti-neutrino: $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$. Il valore di questa probabilità è predetto in modo molto preciso dal Modello Standard, anche grazie a misure di altri decadimenti compiute in passato con grande precisione. L'esperimento prenderà dati dal 2014 al 2016. In questo periodo saranno prodotti 5000 miliardi di decadimenti di kaoni, ma di questi soltanto circa 1000 decadranno nel modo desiderato, mentre la



stragrande maggioranza degli altri decadimenti dei kaoni produrrà almeno un fotone (γ) o un muone (μ). Sfruttando quest'informazione i ricercatori di NA62 tenteranno di distinguere e contare i decadimenti dei kaoni interessanti.

Il fascio di kaoni carichi ha un'energia di 75 GeV quindi viaggia mediamente per 500 metri prima di decadere. Per contenere quanti più decadimenti possibili NA62 è un tubo lungo 270 m, all'interno del quale, grazie a delle potenti pompe, viene mantenuto un alto vuoto (10^{-6} mbar). NA62 è costituito da molti rivelatori (riportati in figura in alto) con lo scopo comune di distinguere il decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ dagli altri decadimenti, cosa particolarmente complessa a causa dell'esistenza di due neutrini nel decadimento che sfuggono alla rivelazione. Per farlo NA62 dovrà innanzitutto identificare i kaoni grazie al rivelatore al silicio detto Gigatracker (GTK) e al CEDAR, un rivelatore che sfrutta l'effetto Cherenkov (l'emissione di luce nell'attraversare un materiale, sotto particolari condizioni). Nel GTK possono essere prodotte delle particelle spurie che sono identificate e scartate dal CHANTI. Bisognerà quindi identificare i pioni grazie al tracciatore STRAW e ad un altro rivelatore ad effetto Cherenkov: il RICH. Tutto questo però non basta, c'è bisogno di escludere con grande accuratezza tutti i decadimenti in cui ci sia almeno un fotone (γ) grazie ai rivelatori LAV, IRC, LKR e SAC o un muone (μ) grazie al veto per muoni (MUV) e all'odoscopio per particelle cariche CHOD. Il gruppo NA62 di ricercatori e tecnici dei Laboratori Nazionali di Frascati si occupa della realizzazione di uno di questi rivelatori: il LAV,

il veto per fotoni a grande angolo, in inglese Large Angle Veto.



IL LARGE ANGLE VETO (LAVs)

Il LAV è costituito da 12 stazioni di rivelatori di particelle. Ogni stazione è un cilindro di acciaio a prova di vuoto, equipaggiato con 4 o 5 piani di vetri *al piombo* accoppiati a fotomoltiplicatori, come rappresentato in figura. Ogni stazione è costituita da un minimo di 160 fino ad un massimo di 256 blocchi. Il diametro delle stazioni cresce nella direzione del fascio

andando da 2,2 a 3,3 m e il peso va dalle 10 alle 15 tonnellate circa. I blocchi di vetro al piombo sono stati "riciclati" dal calorimetro dismesso dal vecchio esperimento OPAL del LEP del CERN.

Come funziona un rivelatore costituito da vetro al piombo? Quando una particella attraversa il vetro, emette luce a causa del cosiddetto effetto Cherenkov. Questa luce incide sui fotomoltiplicatori e genera un segnale elettrico. I segnali provenienti da tutti i 2496 fotomoltiplicatori sono elaborati da un gran numero di schede elettroniche che producono dei segnali digitali. Infine, una rete di computer registra e organizza i segnali digitali del LAV, insieme a quelli provenienti da tutti gli altri rivelatori di NA62.

Una volta che una quantità sufficiente di dati sarà stata acquisita, gli scienziati di NA62 la analizzeranno e, tramite raffinate tecniche informatiche, calcoleranno la probabilità del decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$, portando sperabilmente nuova luce sulla fisica oltre il Modello Standard.