

PROVARE PER CHIEDERE

TUTTO QUEL CHE SI DEVE SAPERE SU:

I neutrini e la fisica delle particelle

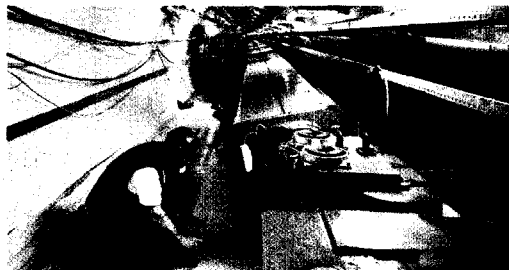


DI EUGENIO COCCIA
direttore dei Laboratori del Gran Sasso dell'Infn (Istituto nazionale di fisica nucleare) dove la settimana scorsa è stato avviato l'esperimento Cngs (Cern Neutrino to Gran Sasso)

■ 1. Che cosa sono i neutrini?

I neutrini sono particelle elementari prive di carica elettrica, di massa estremamente piccola e molto difficili da catturare. Secondo il Modello standard delle particelle, i neutrini sono addirittura privi di massa, come i fotoni. Esperimenti recenti sembrano invece dimostrare che, sebbene piccolissima (almeno 250.000 volte più piccola di quella dell'elettrone), questa massa esista. In natura sono emessi dai decadimenti spontanei radioattivi della materia (noi stessi ne emettiamo circa 300 al giorno a causa del potassio contenuto nel nostro corpo) e dai processi di fusione nucleare nelle stelle. Sulla Terra riceviamo su ogni centimetro quadrato circa 60 miliardi di neutrini ogni secondo provenienti dal Sole. Essendo soggetti alla sola

forza debole e a quella gravitazionale, i neutrini sono "elusivi", interagiscono cioè difficilmente con la materia, e questo rende la loro rivelazione particolarmente complessa. In natura esistono tre tipi di neutrini: elettronico, muonico e del tau, associati rispettivamente all'elettrone, al muone e al tau. Secondo una teoria elaborata dal fisico italiano Bruno Pontecorvo negli anni Cinquanta, i neutrini, viaggiando nel vuoto o nella materia, possono trasformarsi da un tipo a un altro (per esempio: neutrino muonico in neutrino tau). Perché questo fenomeno, chiamato «oscillazione dei



Il grande acceleratore. Il tracciato dell'acceleratore del Cern di Ginevra, e un particolare del tunnel

neutrini», possa avvenire, i neutrini devono però essere dotati di massa, che è diversa per ogni tipo di neutrino.

■ 2. Come si genera un fascio di neutrini?

Prendiamo ad esempio il fascio di neutrini del Cern. Si accelerano dei protoni verso un bersaglio che nel caso del fascio del Cern è di grafite. Dalle collisioni dei protoni con il bersaglio escono particelle cariche instabili (come pioni e kaoni) che decadendo producono muoni (particelle cariche) e neutrini di tipo muonico. I muoni vengono fermati dalla materia che il fascio incontra mentre i neutrini proseguono indisturbati a viaggiare nella stessa direzione delle particelle che le hanno generate, e costituiscono così il fascio di neutrini che raggiunge praticamente indisturbato gli apparati sperimentali ai Laboratori del Gran Sasso, dopo aver percorso 732 km sotto la superficie terrestre.

■ 3. In che cosa consiste

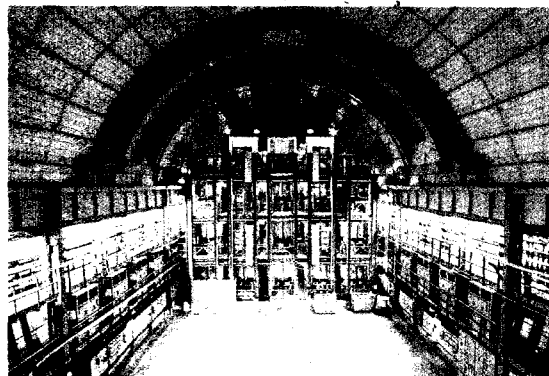
l'esperimento Opera che da qualche giorno ha visto sparire un fascio di neutrini dal Cern di Ginevra 732 chilometri più a sud sotto il massiccio del Gran Sasso?

L'esperimento Opera si propone di rivelare, tra i miliardi di miliardi di neutrini muonici che ogni giorno raggiungeranno i laboratori sotterranei del Gran Sasso, alcuni neutrini che, nel tragitto dal Cern, si saranno trasformati in neutrini tau. La probabilità di interagire del neutrino è tuttavia estremamente bassa. Per poter evidenziare eventi di questo tipo, il rivelatore deve essere dotato quindi sia di una risoluzione spaziale dell'ordine del micron che di grande massa. L'apparato sperimentale di Opera è costituito da una parte sensibile costituita da 12 milioni di emulsioni nucleari assemblate con altrettanti sottili strati di piombo





montagna.
L'esterno e
l'interno dei
Laboratori del
Gran Sasso
dell'Istituto
nazionale di
fisica nucleare



in modo da formare circa 200.000 mattoni all'interno dei quali interagisce il neutrino, e da rivelatori costituiti da strisce scintillanti che permettono la determinazione in tempo reale delle coordinate dell'evento di interazione. L'interazione del neutrino del tau lascia nel rivelatore una traccia inconfondibile che permette il suo riconoscimento.

■ **4. Quali sono stati i risultati di Opera?**

A una settimana dal primo fascio sparato non ci sono ancora dati. I primi risultati saranno disponibili tra un anno. L'esperimento durerà cinque anni.

■ **5. Quali sono i rischi di questi esperimenti?**

Non ci sono rischi per l'ambiente né per le persone. L'unico rischio è quello che il neutrino ci riveli sorprese negative, cioè che non si manifesti. Ma questo in fondo vorrebbe dire che è ancora più misterioso.

■ **6. Quali le conseguenze della determinazione della massa dei neutrini?**

Conoscere la massa dei neutrini vuol dire conoscere meglio la massa dell'Universo e forse anche la scala di energia di una nuova interazione. Le masse dei neutrini sono infatti molto più piccole di quelle di tutte le altre particelle elementari dotate di massa. È opinione dei fisici teorici che questo fatto sia un segno dell'esistenza di nuove particelle che potrebbero tra l'altro spiegare la predominanza della materia sull'antimateria nell'universo che conosciamo.

■ **7. Che cos'è l'esperimento Icarus?**

Icarus è un rivelatore criogenico che utilizza Argon liquido alla temperatura di -186°C e che

sarà completato il prossimo anno. L'esperimento può essere definito una «camera a bolle elettronica» ed è stato progettato per fornire il maggior numero di informazioni (risoluzione spaziale, identificazione delle particelle, immagine 3-D dell'evento) e contemporaneamente rendere possibile una lettura elettronica dei risultati di ogni osservazione dei neutrini. La realizzazione del criostato rappresenta un'impresa di notevole rilievo tecnologico nella quale sono coinvolte alcune industrie europee tra le più avanzate nel campo della criogenia. Icarus rivelerà anche i neutrini del fascio e contribuirà a fornire informazioni sul suo funzionamento e sul valore dei parametri che regolano le oscillazioni.

■ **8. Cosa cambiano questi esperimenti nella comprensione della fisica dell'Universo?**

Questa domanda va posta tra qualche anno, dopo i risultati di Opera e degli esperimenti del Gran Sasso che cercano di rivelare le particelle di materia oscura.

■ **9. Lo studio della fisica delle particelle è "big-science" per definizione perché necessita di grandissimi stanziamenti. Quali le sue ricadute oltre alla conoscenza scientifica come tecnologie, sistemi di calcolo e nuovi materiali? Se facciamo una lista delle ricadute recenti della ricerca nella fisica fondamentale dobbiamo includere internet, la cura di tumori con fasci di protoni, la diagnostica medica con materiali radioattivi e le tecniche di imaging. È chiaro quindi quanto**

queste siano in parte imprevedibili. Sarà incredibilmente interessante vedere le ricadute di questa nuova generazione di esperimenti. Credo avesse ragione Albert Einstein: «Non esiste la ricerca applicata, esistono le applicazioni della ricerca».

■ **10. Opera è uno degli esperimenti più complessi della fisica degli ultimi anni. Qual è il ruolo italiano?**

È fondamentale. Sono italiani i rivelatori elettronici, la meccanica di precisione, l'imaging automatico. In particolare i ricercatori e gli ingegneri dell'Infn, in collaborazione con l'industria italiana, hanno realizzato parti vitali dell'apparato, quali lo spettrometro magnetico per la misura dell'energia dei muoni e il sistema robotizzato per produrre i 200.000 mattoni di piombo ed emulsioni nucleari all'interno dei quali interagisce il neutrino. Hanno inoltre sviluppato sistemi automatici con sofisticati microscopi dotati di meccanica computerizzata per l'analisi delle immagini.

Testo raccolto da Guido Romeo
guido.romeo@gmail.com