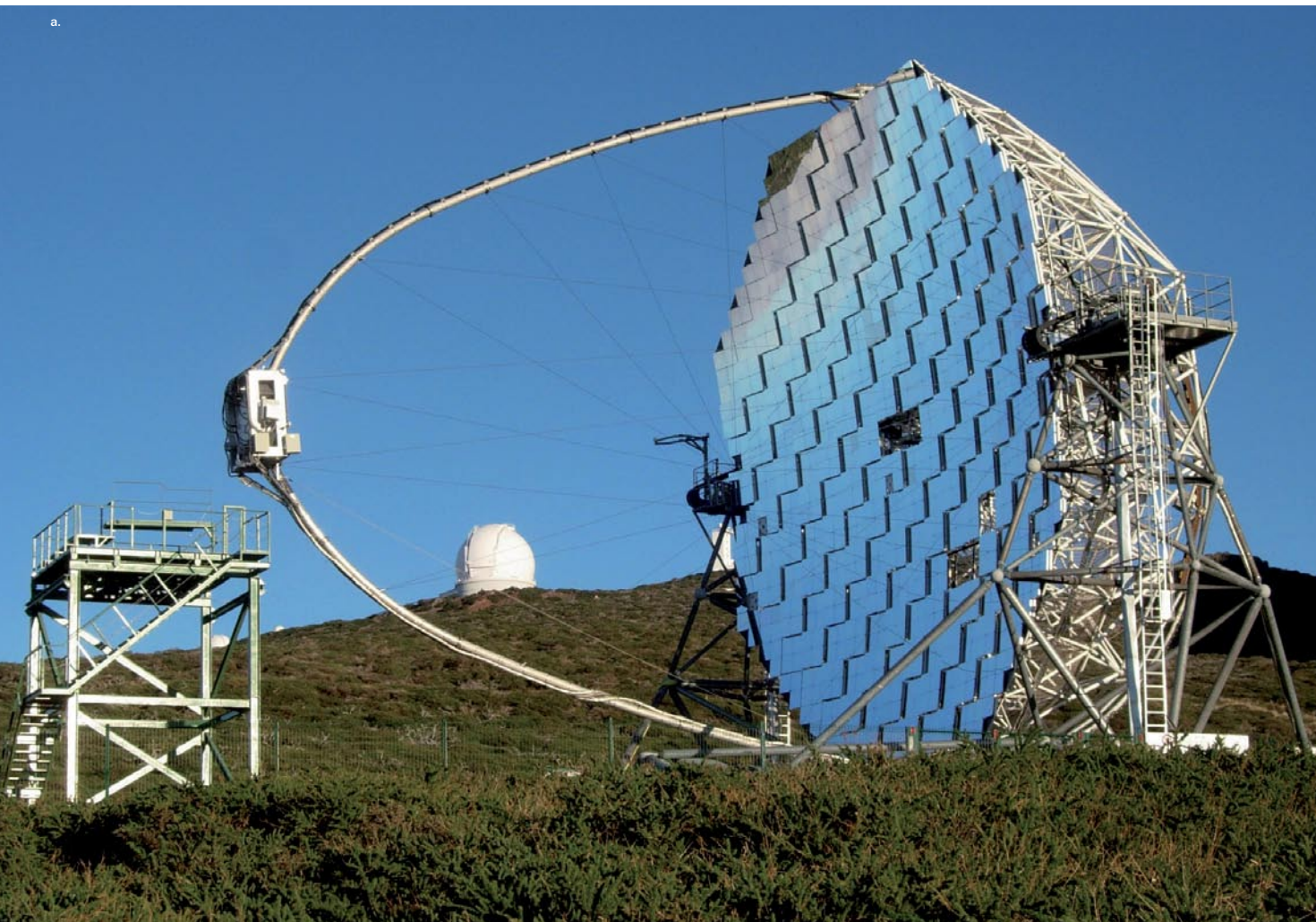


Specchi a caccia di luce dalla materia oscura

Magic, Hess, Veritas e Cangaroo: sono i quattro grandi telescopi che scrutano il cielo alla ricerca dei fotoni di altissima energia prodotti dalla materia oscura.

di Alessandro De Angelis



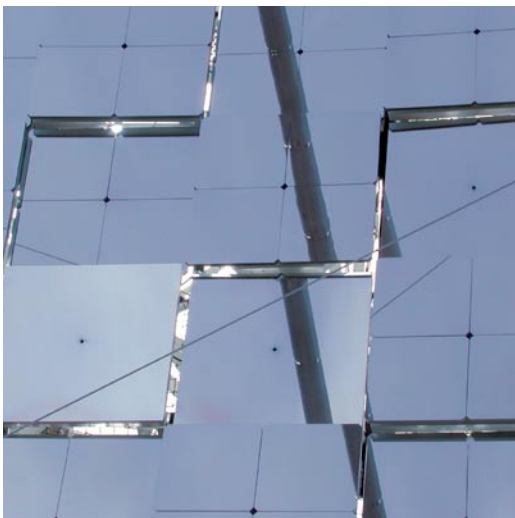
Sono dei giganti che stando sulla Terra vanno alla ricerca dei messaggeri della materia oscura provenienti dallo Spazio, e usano degli specchi come strumenti per catturarli: sono i telescopi gamma di tipo Cherenkov.

Uno dei candidati più accreditati a spiegare le osservazioni astrofisiche sulla materia oscura è la Wimp (*Weakly Interacting Massive Particle*). Quando due Wimp si incontrano, possono annichilarsi: questo processo di annichilazione è osservabile dai rivelatori di raggi gamma, perché gran parte dell'energia prodotta si presenta sotto forma di fotoni gamma dotati di energie corrispondenti alla massa delle Wimp in base alla nota relazione $E=mc^2$, e con caratteristiche che consentirebbero di distinguerli dal rumore di fondo generato dalle altre sorgenti astrofisiche. Il primo problema sperimentale è, quindi, rivelare questi fotoni gamma di altissima energia. Quando essi interagiscono con l'atmosfera terrestre producono sciami di particelle, che emettono un tenue lampo di luce per il cosiddetto "effetto Cherenkov" (l'analogo ottico del "bang" sonoro degli aerei supersonici). È solo da pochi anni che possiamo osservare fotoni gamma di energia superiore a 100 GeV (gigaelettronvolt), ossia di energia equivalente alla massa di un centinaio di protoni, e ci siamo riusciti proprio grazie ai nuovi rivelatori: i grandi telescopi gamma di tipo Cherenkov. Questi strumenti accoppiano una tecnica tipica dell'astronomia (lo specchio concentratore parabolico) e una tecnica tipica della fisica delle particelle (la rivelazione di un segnale

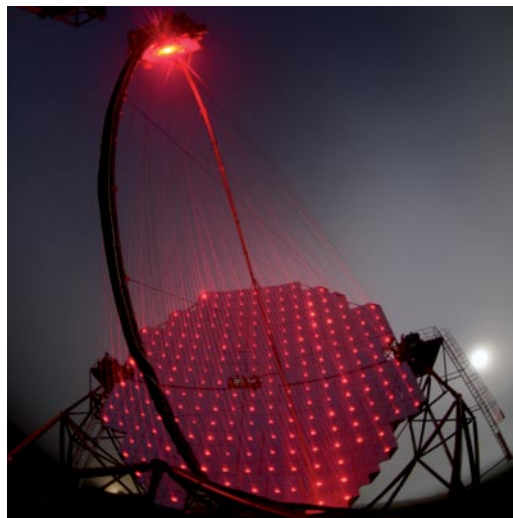
debolissimo mediante fotomoltiplicatori ed elettronica sofisticata). Ma dove puntare i telescopi alla ricerca dei fotoni gamma che vengono dall'annichilazione di materia oscura? Dobbiamo cercare quei luoghi nei quali possa esservi alta densità di Wimp, ad esempio in prossimità di buchi neri, dove la materia (sia luminosa sia oscura) viene convogliata dall'attrazione gravitazionale. È più conveniente, inoltre, cercare sorgenti vicine poiché il segnale si attenua in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza (come l'intensità della luce di una lampadina). Ecco perché le prime ricerche sono rivolte a galassie satelliti della Via Lattea e a sorgenti di raggi gamma non identificate nel vicino Universo, oltre che al centro della Via Lattea stessa, dove è presente, nella costellazione del Sagittario, un buco nero supermassiccio, dotato di una massa equivalente a qualche milione di masse solari. Recentemente le collaborazioni degli esperimenti Magic (*Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov telescope*), a La Palma nelle Canarie, e Hess (*High Energy Stereoscopic System*), in Namibia, hanno rivelato l'emissione di fotoni gamma di altissima energia proprio dalle vicinanze del buco nero nel centro galattico. Non si può escludere che tale segnale sia la prima evidenza di annichilazione di materia oscura, anche se questa regione è ricca di sorgenti di raggi gamma di natura astrofisica, che potrebbero generare fotoni gamma con le stesse caratteristiche di quelli osservati. La massa della particella che sarebbe in grado di spiegare

- a. Il telescopio Magic sul cratere del vulcano Taburiente a La Palma a 2.250 metri sul livello del mare.
- b. Particolare degli specchi di Magic.
- c. Il telescopio Magic e il suo sistema di controllo attivo di puntamento degli specchi.

b.



c.



un segnale come quello rivelato è dell'ordine della decina di TeV (1 TeV corrisponde a 1000 GeV), cioè superiore a quella prevista dai modelli attuali. Sono state studiate da Magic anche altre galassie vicine, per le quali il moto delle stelle sembra incompatibile con la distribuzione della materia visibile: per fornire una spiegazione dei fenomeni osservati, viene così chiamata in causa l'ipotesi dell'esistenza della materia oscura. La misura è però difficile perché richiede di accumulare molti dati in quanto, come detto, il segnale si attenua con la distanza. I primi risultati sulla galassia Draco, satellite della Via Lattea, non rivelano i segnali attesi, mentre una lunga e accurata raccolta di dati è in corso sulla radiogalassia M87, che è un ottimo candidato perché vi sono state osservate delle anomalie gravitazionali. Le misure descritte in precedenza sono abbastanza "dirette", perché evidenziano i prodotti secondari dell'annichilazione delle particelle di materia oscura.

I telescopi gamma consentono anche una misura indipendente seppure indiretta della quantità di materia oscura, e anche dell'ancora più misteriosa "energia oscura" che controlla l'evoluzione dell'Universo governandone l'espansione. Questa misura si basa sul fatto che fotoni gamma provenienti da regioni lontanissime, come quelli che arrivano dai collassi gravitazionali nei nuclei delle galassie, viaggiano per centinaia di milioni di anni in uno spazio che si deforma. Questa deformazione, che si può misurare grazie alle caratteristiche

della diffusione dei fotoni, è legata alla densità di materia e di energia dell'Universo. Quattro grandi rivelatori Cherenkov, dalla struttura molto simile, sono oggi al lavoro: oltre a Magic, nell'emisfero nord è operativo Veritas, che si trova in Arizona; mentre nell'emisfero sud, oltre a Hess, è attivo in Australia Cangaroo. Questi esperimenti sono condotti da collaborazioni internazionali composte da un centinaio di ricercatori ciascuna. L'Italia, con l'Infn in prima linea, partecipa al rivelatore Magic, contribuendovi per circa un terzo dell'impegno finanziario e di organico. L'Infn è responsabile della superficie riflettente (sviluppata in collaborazione con l'Università di Padova e con l'industria italiana, e che con i suoi 17 metri di diametro è la più grande del mondo), del *trigger* (cioè del criterio automatico di selezione dei dati significativi), e di una parte del sistema di acquisizione dei dati.

Negli ultimi anni le scoperte di Hess e Magic hanno portato il numero di sorgenti gamma di altissima energia conosciute da tre a una cinquantina, e le nuove scoperte continuano a un ritmo di una-due al mese! E non è finita qui: il prossimo anno verrà inaugurato un gemello del telescopio Magic a un'ottantina di metri dal primo, con specchi ancora più innovativi frutto della collaborazione tra l'industria e l'Università italiana, l'Istituto Nazionale di Astrofisica e ancora una volta l'Infn.

Con questo secondo telescopio la sensibilità dell'esperimento Magic raddoppierà.

d.





d.
I quattro telescopi di Veritas,
in Arizona.

e.
I due telescopi gemelli di Magic.
In primo piano il nuovo apparato
in allestimento.

Biografia

Alessandro De Angelis è il coordinatore scientifico del telescopio Magic e il responsabile di Magic per l'Infn. Insegna Fisica Sperimentale alle Università di Udine e di Lisbona. Ha compiuto i suoi studi a Padova e, dopo sei anni trascorsi al Cern di Ginevra lavorando

al collisore elettrone-antielettrone Lep, è approdato all'astrofisica delle particelle nel 1999 ed è stato fra i fondatori, con i gruppi di Udine-Trieste in Italia e di Goddard e Stanford negli Stati Uniti, dell'esperimento Glast per lo studio dei raggi gamma.

Link sul web

<http://magic.fisica.uniud.it>