

**FISICA.** Parla Mario Macrì, uno dei due «creatori» del primo atomo di antimateria

## Ecco come nasce l'altro Universo

PIETRO GRUO

■ L'universo è un vero amante del bello. Gli piace quell'eleganza semplice e sobria, geometrica, fatta di precise simmetrie.

Già, l'universo è amante del bello. E Paul Dirac ne era così convinto che, seguendo questa sua intuizione, riuscì, nel 1928, a scoprire l'anti-materia e, con essa, una delle grandi leggi della simmetria cosmica. L'anti-materia è null'altro che la materia che si guarda allo specchio. In tutto simile all'originale, tranne che nella carica elettrica. Tutto ciò che è elettricamente positivo nel nostro mondo materiale è negativo nel mondo, speculare, dell'antimateria.

Ma, a differenza di altre immagini speculari, anti-materia e materia non si amano molto. Anzi, diciamo pure che si odiano. Perché, quando si incontrano, semplicemente si annichilano. E di loro non resta altro che una traccia di pura energia. Nell'universo, almeno nell'universo primordiale, tutto era simmetrico. Tutto era fatto di materia e di anti-materia. Poi, quella simmetria è stata infranta. Ed è rimasta solo materia. Con gli atomi che conosciamo: fatti di leggiadri elettroni, carichi negativamente, e di pesanti protoni, carichi positivamente. Oltre che di grassi neutroni, privi di carica elettrica.

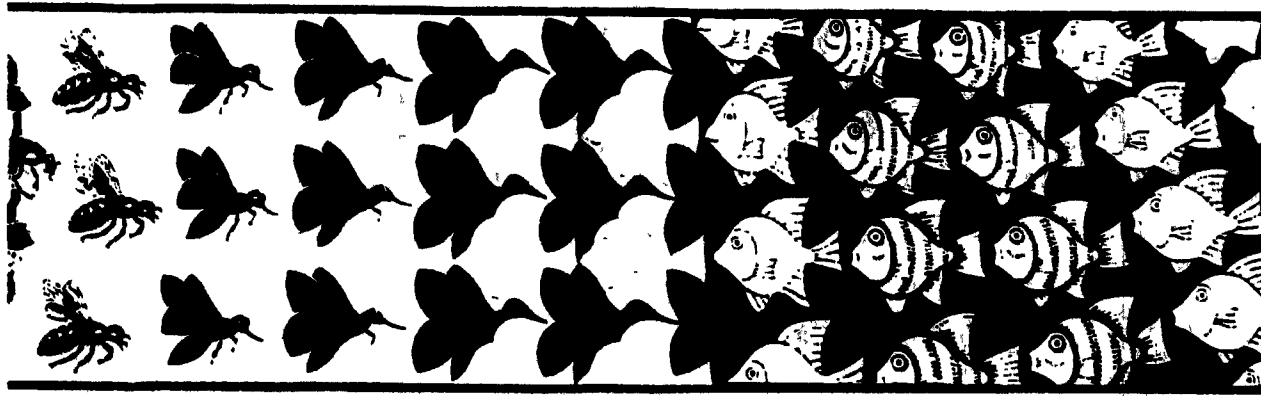
In realtà, l'universo riesce, in esotiche e spaventose forme, ancora a produrre, di tanto in tanto, le particelle di anti-materia. Qualcuna raggiunge persino la Terra. Ma ciascuna, non appena tocca l'atmosfera e incontra le sue sorelle di materia, in un tremendo botto, si annichila.

Anche i fisici hanno imparato a produrre particelle di anti-materia. Ne producono a iosa nei loro acceleratori. Per diversi motivi.

Ma, però, erano riusciti a creare un atomo, tutto intero, di anti-materia. A far ruotare, per esempio, un anti-elettrone intorno a un anti-protono, per dar vita al più semplice degli anti-atomi, quello di anti-idrogeno. Ci sono riusciti, alcuni mesi fa, al Cern di Ginevra. Walter Oelert, Mario Macrì e quel nutrito gruppo internazionale di fisici che lavora al Lear, l'anello di anti-protoni a bassa energia, che ha appena iniziato il suo ultimo anno di vita. C'è anche riuscita, forse, la torinese Rosanna Cester al Fermilab di Chicago, secondo quanto afferma Dimitri Dimitrovanis in una lettera inviata al *New Scientist* il 17 giugno 1995. Ma di quell'evento non abbiamo avuto conferma.

I nove atomi di anti-idrogeno prodotti da Oelert, Macrì e colleghi sono, in ogni caso, davvero importanti. Non solo perché l'universo ritorna, per un breve istante (appena quaranta miliardesimi di secondo), a guardarsi allo specchio, alla presenza dell'uomo. Ma anche e, forse, soprattutto perché ci potrà rivelare fin dove si spinge il suo amore per la simmetria. Lo studio degli effimeri atomi di anti-idrogeno, infatti, consentirà ai fisici di misurare la precisione della simmetria tra materia e anti-materia. Simmetria che il cosiddetto «teorema CPT» pretende assoluta, in conseguenza dei rigorosi meccanismi quantistici imposti dal Modello Standard delle fisica delle alte energie. Questa simmetria «CPT» è stata verificata solo fino a un certo livello di precisione. Lo studio sul campo di atomi di anti-materia potrebbe elevarla di diversi ordini di grandezza. E se, per caso, dovesse risultare violata, sarebbe un disastro teorico. Anche perché la teoria consente di spiegare, tra l'altro, perché la simmetria dell'universo primordiale è stata infranta e la materia ha potuto prevalere sull'anti-materia.

Un altro importante principio della fisica che sarà verificato più a fondo con lo studio dell'anti-idrogeno è il cosiddetto principio di equivalenza. Il principio, verificato da Galileo e da Newton, è alla base della teoria della relatività di Einstein. Sostiene che ogni particella posta in un medesimo campo gravitazionale si muove con la medesima accelerazione. Insomma che Isaac Newton non avrebbe mai potuto distinguere una mela da un'anti-mela. Perché entrambe, staccatesi dal ramo, avrebbero raggiunto la sua testa nel medesimo tempo.



# Un uomo nell'antimondo

«In uno degli acceleratori del Cern di Ginevra, accade che alcuni antiprotoni e positroni procedano molto vicini e alla medesima velocità e risentano della forza di attrazione reciproca che li fa diventare, alla fine, antiatomi. È il tipico uovo di Colombo... tutti sanno che deve essere così ma nessuno riesce a realizzare l'idea». Così Mario Macrì, il «fabbricatore» dell'antiatomo di idrogeno racconta il suo straordinario esperimento.

ELENA BRAMBILLA

■ GINEVRA. Siamo andati al Cern di Ginevra, il grande laboratorio europeo di fisica nucleare, a cercare Mario Macrì, direttore di ricerca della sezione di Genova dell'Istituto nazionale di fisica nucleare.

Lo troviamo nella sala sperimentale, attorniato da giornalisti della stampa svizzera e francese. Ormai è un personaggio importante: il quotidiano francese *Liberation* ha dedicato alla costruzione del primo antiatomo la copertina con un fumetto e il suggestivo titolo: «Primi passi nell'antimondo». Insomma, la costruzione di un atomo fatto di antimateria (un antiatomo di anti-idrogeno) è una notizia che sta facendo il giro del mondo.

«Il risultato era già nel cassetto da qualche tempo - spiega Neil Calder, addetto stampa del Cern - ma abbiamo preferito aspettare l'approvazione di esperti qualificatissimi in questo campo prima di dare l'annuncio ufficiale».

«Ci tengo subito a precisare - spiega Macrì - che non sono l'unico responsabile di Ps210 (questo è il nome dell'esperimento che ha realizzato l'importante risultato) divido gloria e responsabilità con Walter Oelert, l'altro coordinatore del gruppo, che proviene dal Laboratorio Ikp di Julich».

**Perché questo risultato ha destato tanto clamore?**  
È un'importante verifica sperimentale. Si aveva già la prova dell'esistenza dell'antiparticelle che sono previste dall'equazione di Dirac, ma non si era mai sintetizzato un antiatomo. Il nostro risultato prova che la forza che lega gli

atomi è identica per gli antiatomi. **Come avete prodotto gli atomi di anti-idrogeno?**

Il laboratorio di Genova sta studiando questa tecnica dall'inizio degli anni Ottanta, e l'aveva già utilizzata e perfezionata in diversi esperimenti qui al Cern e negli Stati Uniti. Gli «ingredienti» sono semplici: c'è un fascio di antiprotoni che viaggia in un acceleratore quasi circolare, e ad ogni giro punta sul bersaglio, un getto di gas, che viene spruzzato dentro il tubo della macchina. Da questo urto si producono positroni (antiparticelle degli elettroni) che escono dal bersaglio e continuano a viaggiare nell'acceleratore. In questa folla di viaggiatori, accade che alcuni antiprotoni e positroni procedano molto vicini e alla medesima velocità (tutto è stato accuratamente calcolato in termini di probabilità da fisici teorici tedeschi e americani) e risentano della forza di attrazione reciproca che li fa diventare antiatomo.

**È tutto così semplice? Perché nessuno l'aveva mai fatto finora?**

È il tipico uovo di Colombo... tutti sanno che deve essere così ma nessuno riesce a realizzare l'idea. In realtà la densità del bersaglio, ovvero il numero di nucleoni per centimetro cubo, deve essere piuttosto alta, per produrre un bel numero di positroni, ma non troppo, altrimenti le particelle vengono riassorbite prima di uscire. Inoltre la macchina Lear (Low energy antiproton ring) del Cern è uno dei due soli posti al mondo dove si

nesce a creare un fascio ricco di antiprotoni (più di 10 miliardi di particelle) e a far loro attraversare il bersaglio con una ripetizione altissima, più di 3 milioni di volte in un secondo. Queste condizioni sono state essenziali per il successo del nostro esperimento.

**Come si fa ad avere la certezza che effettivamente si è prodotto un atomo di anti-idrogeno?**

L'anti-idrogeno e il fascio di antiprotoni continuano a viaggiare nella medesima direzione per un tratto del tubo della macchina. Poi la traiettoria delle particelle cariche è curvata da un campo magnetico, mentre gli antiatomi entrano nel rivelatore, dove vengono nuovamente scomposti nei loro costituenti fondamentali che sono a loro volta registrati e misurati.

**Quanti atomi di anti-idrogeno siete riusciti a sintetizzare?**

Nove. Meno di quelli che ci aspet-

tavamo, ma abbastanza per avere un'evidenza sperimentale. Non abbiamo avuto a disposizione molto «tempo macchina», come si definisce la possibilità di utilizzo del fascio, perché condividiamo il fascio di Lear con altri esperimenti, e tutto il complesso medesimo è in funzione solo per un periodo limitato dell'anno. Abbiamo acquisito dati per circa venti giorni, e dopo ogni «run» (così si chiama un periodo di acquisizione della durata di alcune ore) abbiamo sempre subito analizzato le informazioni registrate, per essere certi che l'apparato funzionasse perfettamente e il prezioso tempo a nostra disposizione non venisse sprecato.

**Un esperimento fatto in economia...**

Effettivamente il costo maggiore dell'esperimento viene proprio dall'uso del fascio di antiprotoni.

che è di circa venti miliardi di lire italiane per anno: ma il nostro esperimento ne ha utilizzato solo una piccola frazione. Il costo del bersaglio è circa nullo, perché esiste già e abbiamo solo dovuto modificarlo, mentre l'apparecchiatura di rilevazione e acquisizione di dati non è costata più di 5-600 milioni.

**È una rivincita della fisica «povera», che con pochi mezzi riesce ad avere brillanti risultati, mentre gli enormi costi e i rischi di esperimenti di alta energia rinchiodano senza successo la scoperta di nuove particelle?**

Il problema reale dipende dalla risposta che si deve ottenere. Quando sono in gioco altissime energie, decine di milioni di milioni di elettronvolt, come accadrà a Lhc - l'acceleratore che sarà pronto al Cern per l'inizio del prossimo secolo - non si può fare a meno di

esperimenti grandi come cattedrali. Il nostro tipo di sperimentazione, che indaga questioni di carattere più fondamentale, lascia ancora spazio a tecnologie semplici, privilegiando piuttosto le componenti di inventiva e ingegno umano. Questa stessa linea sperimentale evolve però naturalmente verso tecniche più raffinate: adesso che abbiamo prodotto atomi di antimateria, vogliamo studiarne le proprietà, per verificare che effettivamente le leggi della fisica valgono senza alcuna modifica se si invertono i segni di carica, tempo e spazio. Per fare questo vogliamo misurare le linee spettrali degli atomi di anti-idrogeno, che ci aspettiamo siano identiche a quelle dell'idrogeno, e vogliamo misurare la forza gravitazionale che gli antiatomi risentono. Utilizzare la tecnica attuale di produzione di anti-idrogeno «in volo» - cioè in movimento - compirebbe molte le misure, servirebbe una linea sperimentale lunga circa 900 metri per eccitare e osservare successivamente la dissecitazione degli antiatomi. È invece in fase di studio una tecnica chiamata «trappola elettromagnetica», con cui gli antiatomi, rallentati fino quasi a fermarsi, potrebbero essere intrappolati nello spazio di pochi centimetri da un campo magnetico.

**Come continuerà al Cern la ricerca sull'antimateria?**

Il nodo cruciale è la produzione e la fornitura di antiprotoni agli esperimenti. La ginnastica degli antiprotoni per ora è complicata, servono due macchine, un Accumulatore e un Collettore, per produrli e formare un fascio denso. Il fascio viene poi decelerato nel Protosincrotrone e di lì viene mandato in Lear, che lo estrae dopo verso gli esperimenti. Il sistema potrà sopravvivere solo se si riuscirà a renderlo più agile. Bisognerà modificare il Collettore. Se ne discuterà in marzo.

PARLA OELERT

«In teoria possibile la superarma»

■ Possono servire a qualcosa gli anti atomi? Il professor Walter Oelert, corealizzatore dell'esperimento, sostiene che «No, sono troppo rapidi. Bisognerebbe rallentarli di un milione di volte». Intervistato dalla giornalista Dominique Legu per il quotidiano francese *Liberation*, Oelert ammette che l'annichilirsi di materia e antimateria comporta un'emissione di energia che «se viene comparata a una reazione nucleare normale, è mille volte più potente. Dunque, si potrebbero costruire bombe mille volte più piccole di quelle attuali e altrettanto potenti». Ma, afferma, «ne abbiamo abbastanza di bombe e quando negli anni '80 un funzionario della Difesa americana chiese ai fisici che cosa ne pensavano di ordigni di antimateria, quasi tutti gli scienziati si sono rifiutati di discuterne».

IL CERN

Ecco il laboratorio del record

■ Che cos'è il Cern, il Centro europeo per le ricerche nucleari di Ginevra? Si potrebbe rispondere semplicemente: il più grande laboratorio di fisica del mondo. Sicuramente il più importante, dopo che l'Amministrazione americana ha ucciso il sogno dei fisici statunitensi annullando la costruzione del Ssc, l'acceleratore di particelle che, con i suoi 80 km di lunghezza sarebbe stato il più grande del pianeta. Invece il record rimane al Cern e al suo Lep, acceleratore di 27 chilometri di diametro che corre sotto la campagna ginevrina. Nello stesso corridoio circolare del Lep sta nascendo un altro grande acceleratore, Lhc, che sarà pronto per la fine del secolo. Intanto, si aspetta la candidatura al premio Nobel per Macrì e Oelert.

Ve ne siete accorti? Molti copiano le nostre iniziative. Ne siamo lieti, anche se ci viene da dire: diffidate delle imitazioni. E per farlo avete una possibilità: continuare a seguirci come avete fatto finora. Ma se oltre a seguirci volete anche risparmiare, allora abbonatevi: per tutto il '96 le tariffe degli abbonamenti resteranno bloccate ai prezzi dell'anno scorso.

12 MESI 6 MESI

70.000 40.000

\*Ad esclusione delle videocassette

12 MESI 6 MESI

Potete sottoscrivere l'abbonamento versando l'importo sul c/c postale n.45838000 intestato a

**L'Area Spa**  
via Due Macelli 23/13  
00187 Roma

o tramite assegno bancario e vaglia postale. Oppure potete recarvi presso la più vicina sezione, federazione del Pds o gli uffici della Coop Soci de l'Unità.

# Chi si abbona è al sicuro.

**Dalle imitazioni e dal rincaro dei prezzi.**

**L'Europa sgrida gli Usa**  
Ora l'Onu deve agire