

**FISICA.** Non è solida, né liquida, né gassosa: creata nuova materia mai vista nell'universo

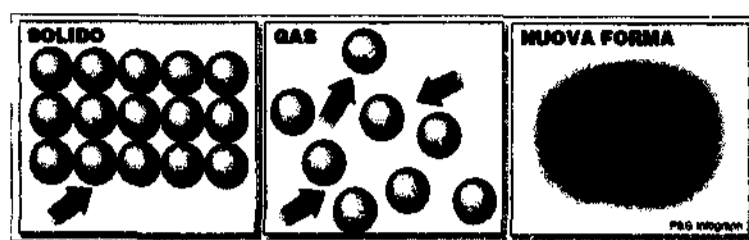
Lo hanno visto marciare, il superatomo, compatto come un plotone di soldati perfettamente addestrati, per quindici lunghi secondi. Il tempo sufficiente per studiare un nuovo tipo di materia, mai esistita prima in tutta la storia dell'universo. E per confermare le previsioni che il tedesco Albert Einstein e l'indiano Satyendra Nath Bose hanno elaborato settanta e più anni fa.

A «vedere» miliardi e miliardi di normali atomi di rubidio gassoso messi in riga dalla rigida temperatura (appena 170 milionesimi di grado sopra lo zero assoluto) e organizzarsi in una forma così esotica ed elusiva, sono stati cinque fisici quantistici del Joint Institute for Laboratory Astrophysics di Boulder, in Colorado. Che ne hanno dato notizia in un articolo che appare oggi sulla rivista Science. Nel medesimo tempo un altro gruppo di ricercatori, diretti da Randall Hulet, della Rice University di Houston, in Texas, ha organizzato una conferenza stampa per annunciare che anch'essa ha ottenuto una condensazione di Bose, anche se con altri atomi e con un altro metodo. Sarà la comunità scientifica a decidere chi è giunto prima al Santo Graal della fisica della materia condensata. A noi spetta, in prima battuta, cercare di spiegare perché di un Santo Graal, per l'appunto, si tratta. E dove risieda l'unicità di quel superatomo di rubidio, grosso come un batterio, ma sinuoso e inafferrabile come un'onda luminosa.

L'impresa non è facile. Perché dovranno addentrarsi nel fantastico mondo dei quanti che governa la materia a livello microscopico. Chiediamo aiuto, pertanto, ad un grande esperto. Anthony Leggett, autore del saggio sul comportamento della materia alle basse temperature che Paul Davies ha voluto inserire nel poderoso volume dedicato a La nuova fisica uscito in italiano nel 1992 per i tipi della Bollati Boringhieri.

Anthony Leggett ci avverte che abbassando la temperatura dobbiamo aspettarci nuove fasi, sempre più ordite, della materia. Perché il gelo ha un suo favoio nella eterna competizione tra ordine e disordine. E non ne fa mistero. Ogni sistema fisico, quando è sottoposto a raffreddamento, va incontro ad una qualche transizione di fase che lo rende, in qualche modo, più ordinato. Ce ne rendiamo conto, in questi mesi estivi, quando, arsi dalla calura, ci precipitiamo verso il freezer con le nostre vaschette d'acqua, aspettandoci che, in breve, siano ridotte a corroborenti cubetti di ghiaccio.

La transizione dal disordine delle alte temperature all'ordine di quelle basse è propria di molti altri sistemi fisici, oltre che delle nostre vaschette per il ghiaccio, puntualizza Leggett. E tutti non tutte le transizioni sono uguali. E non tutti i sistemi ordinati sono del medesimo tipo. Quando, nella nostra corsa verso le basse temperature, giungiamo in prossimità dello zero assoluto (ben 273 gradi al di sotto del punto di congelamento dell'acqua), beh l'ordine diventa di ben altro tipo. Cambia natura. Diventa quantistico. Un qualsiasi oggetto



Albert Einstein

**Ecco il «superatomo»**

sottoposto a questo particolare tipo di ordine, per esempio, inizia a mostrare la doppia e contraddittoria natura di onda e di particella. Con atteggiamenti piuttosto bizzari, come entrare in casa da due porte contemporaneamente. E ritrovarsi, subito dopo, in sala da pranzo o in camera da letto, se c'è qualcuno ad osservarlo. O in sala da pranzo e in camera da letto (e in bagno e in cantina) se ad attenderlo non c'è nessuno. Nella nostra vita quotidiana noi, oggetti macroscopici, non ci comportiamo così. Ma, ve lo assicuriamo, elettroni, fotoni e ogni altra particella microscopica amano fare di questi scherzi. Scherzi da quanti, li chiamano i fisici. Cui noi ci sottraiamo a causa del nostro peso. Che riduce quasi a zero le nostre proprietà di onda, facendo emergere in toto quelle di aggregati di particelle materiali. Ciò che vale per noi, vale anche, grosso modo, per le molecole e gli atomi. Troppo pesanti per poter dar luogo a evidenti fenomeni quantistici.

**I calcoli di Einstein**

Albert Einstein, lo sappiamo, amava i calcoli statistici. E, soprattutto, non era tipo da farsi fermare dal senso comune. Così non cessò mai di avvertirsi sulla fisica quantistica e sul rapporto micro-macro.

Lo cercavano da anni. Tanto da chiamarlo il «Sacro Graal» della fisica. Che esistesse lo avevano predetto due grandi scienziati, Einstein e Bose, settant'anni fa. Ora lo hanno «creato» in laboratorio. È un nuovo stato della materia: non solido, non liquido, non gassoso. Gli atomi, in determinate condizioni, si fondono fino a formare un unico «superatomo», così grande da potersi vedere col microscopio. Una materia mai vista prima nell'universo.

**PIETRO GRECO**

I suoi contributi costruttivi in questo campo, ricorda il suo più grande biografo scientifico, Abraham Pais (Sottile è il signore... Bollati Boringhieri, 1986) terminarono all'inizio del 1925. Con la previsione di uno strano fenomeno, che da lui e da Satyendra Bose che continuerà ad analizzarlo, passerà alla storia col nome di condensazione di Bose-Einstein. In pratica, sosteneva Einstein, se si abbassa la temperatura a valori molto prossimi allo zero, anche un gas di particelle pesanti come atomi dovrà iniziare ad avere un evidente comportamento quantistico. In particolare se si tratta di bosoni, rispetteranno la statistica di Bose-Einstein e, al di sotto di una certa temperatura, detta «temperatura di degenerazione», perderanno completamente la loro indivi-

**Disordine in caserma?**

È come se all'improvviso un ferreo sergente si ritrovasse in una piazza dove i suoi soldati sciamano dopo aver rotto le fila, e ordinasse di ricomporre l'ordine del plotone per ricominciare, all'unisono, la marcia. Ogni soldato smette la sua singola attività, perde la sua identità e diventa parte di un unico corpo. Un supersoldato che si muove in modo sincrono e coordinato. Questa è, signori, una condensazione di Bose-Einstein. Con una diligenza, rispetto alla condensazione del sergente. Che la prima, pur

avendo forma e grandezza macroscopica, si comporterà sia come onda che come particella. Ovvero, come un qualsiasi oggetto quantistico. Non tutte le particelle sono disponibili a perdere la propria identità e a ricevere ordini dal sergente «temperatura prossima allo zero assoluto». Vi sono particelle (quelle dotate di spin semi-intero), lo diciamo a beneficio di qualche fisico che ci segue) che non rispondono alla statistica di Bose-Einstein, bensì a quella di Enrico Fermi e di Paul Dirac. Queste particelle, dette fermioni, in ossequio ad una sorta di principio della massima individualità, quello che i fisici con più rigore chiamano di «esclusione di Pauli», rifiutano di ingemmersi in un insieme indistinguibile e si riuniscono in un sistema solo se possono conservare una loro totale ed unica individualità. Queste particelle sono gli elettroni, i protoni, i neutroni. Cioè tutte le particelle di cui è costituita la materia ordinaria.

**Così le particelle si fondono per formare un'unica nuvola**

Nella materia allo stato solido (figura 1) gli atomi sono come le palle da biliardo quando si trovano bloccate nel triangolo. Gli atomi, cioè, stanno fermi, l'uno contro l'altro, secondo uno schema regolare e sempre uguale a se stesso. Alcuni solidi hanno strutture semplici e altamente simmetriche, altri invece strutture complesse e meno simmetriche. In un gas (figura 2) gli atomi sono come palle su un tavolo da biliardo dopo il colpo d'inizio della partita: si muovono liberi, scontrandosi l'uno con l'altro ad alta velocità. Il nuovo stato, il condensato di Bose-Einstein (figura 3), è diverso da qualsiasi altra forma della materia mai osservata nell'universo. I singoli atomi perdono la loro identità e non si riesce più a distinguere il punto in cui un atomo finisce e ne comincia un altro. In sostanza gli atomi formano una sorta di nuvola e si comportano esattamente come se fossero un'unica struttura. I ricercatori avevano già immaginato che gli atomi, portati a temperature particolarmente basse, si sarebbero mossi così lentamente da generare una nuova forma di materia. Solo ora però sono riusciti a creare in laboratorio condizioni tali da far sì che gli atomi si fondano tra loro.

come bosoni. Ovvero, coppie di inguaribili individualisti possono diventare, a basse temperature, docili unità conformiste. Dando luogo a una nuova forma di materia. Sconosciuta all'universo. Perché al cosmo, fuori dai laboratori di fisica, sconosciuta è ogni temperatura inferiore ai 2,7 gradi kelvin.

Questo predicono, da settant'anni, i calcoli, geniali, di Albert Einstein e Satyendra Bose. Senza che nessuno però, in tutto questo tempo, sia riuscito a «vederla» veramente questa materia strana, unica, irraggiungibile e del tutto artificiale. Tanto che più di uno ha avanzato, nel tempo, qualche dubbio che essa potesse, un giorno, uscire dalle formule e apparire in un luogo tangibile.

No, non che non si abbia avuto sentore, già dall'inizio, della esistenza e degli strani comportamenti di questa materia condensata. In fondo un noto sergente c'è nei fenomeni di superconduzione che, al di sotto di una certa temperatura, interviene e mette in riga gli elettroni (particelle cariche), obbligandoli a marciare in modo compatto e coerente. E un altro sergente c'è nei fenomeni di superfluidità che, al di sotto di una certa temperatura, mette in riga atomi di elio liquido obbligandoli a comportarsi come un plotone compatto, ancorché quantistico. Sia detto per inciso, l'elio superfluido ha un modo di comportarsi bizzarro per davvero. Leggere l'articolo di Olli Lounasmaa e George Pickett sulla Scientific American del giugno 1990 per credere. Se lo metti in un bicchiere, infatti, quel liquido inguaribilmente quantistico, risale spontaneamente le pareti e si versa da solo. Se poi lo metti in bottiglia chiusa, lui se ne infischia e zampilla fuori con un maestoso effetto fontana.

Eppure né gli elettroni dei materiali superconduttori, né gli atomi dell'elio superfluido possono essere definiti una pura condensazione di Bose-Einstein. Il fatto è che quelle particelle sono troppe e troppo vicine le une alle altre, per non creare effetti di disturbo e distruggere la perfetta, sincronica coerenza di quella forma di materia. I plotoni di elettroni superconduttori e di elio superfluido somigliano all'esercito di una qualsiasi repubblica delle banane: con pochi che marciano davvero in ordine e compatti mentre la gran parte dei soldati va avanti un po' per conto suo. Tutt'altra eleganza, coerenza di comportamento e potenza hanno invece i plotoni di eserciti addestrati con spirito prussiano. E infatti, fin dall'inizio Einstein e Bose avvisavano che, se la si voleva ottenere, questa materia nuova dell'universo, occorreva raffreddare un gas atomico. Per avere una materia non troppo densa, ed evitare gli effetti di disturbo. La condizione, lo avete intuito, è facile da raggiungere sulla carta. Ma è un'impresa tutt'altro che facile o scontata in pratica. Ieri, finalmente l'annuncio. Quelle condizioni sono state finalmente ottenute. Anche se solo per 15 secondi. Insufficienti all'uomo per verificare nuove, straordinarie e imprevedibili proprietà. Ma sufficienti all'universo per fare conoscenza con una nuova materia.

**La strada per la coesistenza**

E allora, come fa ad esistere il superatomo, il superplotone di particelle di cui abbiamo dato notizia all'inizio? Beh, una scappatoia c'è. Atomi costituiti da un numero pari di fermioni possono comportarsi

**Bioetica**  
**No del comitato all'eutanasia**

Contrari a qualsiasi forma di eutanasia e contrari anche all'accanimento terapeutico inteso come «perogativa» del medico. Sono queste due delle indicazioni contenute nel documento sulla fine della vita approvato ieri dal Comitato nazionale di bioetica (Cnb). Il documento parte «dalla critica della rimozione del problema della morte tipico del nostro tempo», come ha spiegato il presidente del Cnb Francesco D'Agostino, e considera l'eutanasia «gravemente illegittima in tutte le sue forme, sia quando la richiesta parte dal malato sia nei tentativi di burocratizzare questa procedura».

**Windows 95 viola l'antitrust**

La Microsoft, guidata da Bill Gates, nel mirino dell'antitrust americana. La ragione? L'ormai famosissimo nuovo sistema operativo Windows 95, che verrà venduto tra breve assieme ad un programma che consentirà l'accesso ai servizi in rete di «Microsoft Network». Di proprietà sempre dello stesso Bill Gates. Insomma: gli acquirenti del nuovo sistema dovrebbero avere l'accesso ad Internet solo con un determinato service. Danneeggiano American Online, CompuServe e gli altri. Tutto questo, secondo il dipartimento di giustizia di Washington violerebbe le leggi antimonopolio. La replica della Microsoft (che vede l'esposto - non è ancora una denuncia - come una pessima pubblicità alla vigilia del lancio sul mercato del Windows 95) s'è limitata per ora ad una raccolta di firme indirizzata al Dipartimento di Giustizia.

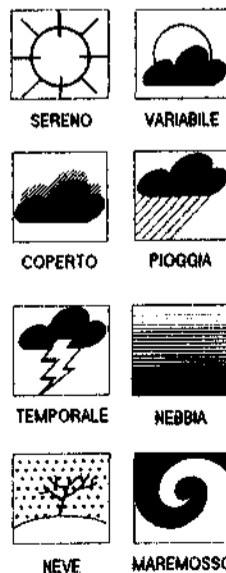
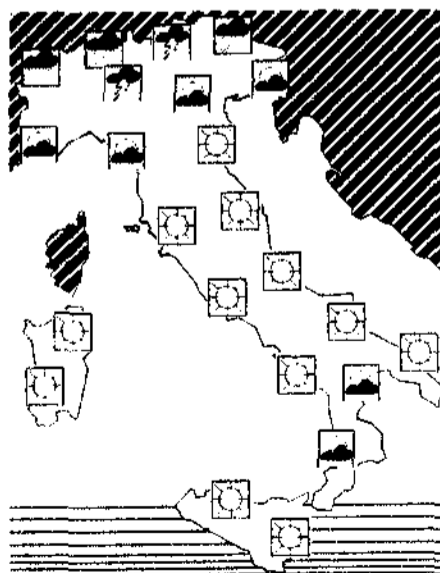
**Barriere coralline prevengono l'effetto serra**

Contrariamente a quanto finora creduto, le barriere coralline assorbono l'anidride carbonica presente nell'aria attraverso la fotosintesi e non ne producono di nuova, contribuendo così in modo notevole a prevenire l'effetto serra, cioè il surriscaldamento del globo terrestre. È questo il sorprendente risultato di una ricerca condotta dal 1993 al 1994 da due istituti specializzati giapponesi che illustrano i particolari nel prossimo numero della rivista «Science». I due laboratori governativi sono arrivati a questa conclusione misurando, per la prima volta nel mondo e attraverso speciali strumentazioni, la pressione parziale di anidride carbonica nelle acque di superficie attorno alla barriera corallina di Shirano, vicina all'isola meridionale giapponese di Okinawa. Le misurazioni sono state fatte ad intervalli di due, tre giorni per un anno intero.

**Astronauti Mir per 5 ore fuori dal laboratorio**

I due cosmonauti russi Anatoly Solov'ev e Nikolai Budann hanno lavorato ieri per cinque ore fuori dal laboratorio orbitale Mir alla riparazione di una batteria solare. Durante l'escursione, la Mir è rimasta sganciata: in passato in circostanze analoghe a bordo era rimasto sempre un cosmonauta.

**CHE TEMPO FA**



Il Centro nazionale di meteorologia e climatologia aeronautica comunica le previsioni del tempo sull'Italia.

**SITUAZIONE:** sull'Italia si va consolidando un campo di relative alte pressioni; tuttavia deboli infiltrazioni di aria instabile tendono a interessare le regioni alpine.

**TEMPO PREVISTO:** sulle regioni alpine nuvolosità variabile con possibilità di isolati rovesci o temporali. Su tutte le altre regioni, cielo sereno o poco nuvoloso, con sviluppo di nubi a evoluzione diurna sulla dorsale appenninica dove saranno possibili brevi manifestazioni temporalesche.

**TEMPERATURA:** pressoché stazionaria.

**VENTI:** deboli di direzione variabile, con rinforzi di brezza lungo le coste.

**MARI:** tutti quasi calmi o poco mossi.

**TEMPERATURE IN ITALIA**

Bolzano	18 32	L'Aquila	12 29
Verona	22 33	Roma Urbe	20 32
Trieste	23 30	Roma Fiumic.	20 29
Venezia	22 31	Campobasso	17 31
Milano	21 34	Bari	19 29
Torino	19 30	Napoli	21 31
Cuneo	18 28	Potenza	18 32
Genova	22 27	S. M. Leuca	21 29
Bologna	22 32	Reggio C.	22 31
Firenze	18 32	Messina	25 30
Pisa	18 29	Palermo	22 29
Ancona	17 29	Catania	19 33
Perugia	19 29	Alghero	17 30
Pescara	17 30	Cagliari	19 29

**TEMPERATURE ALL'ESTERO**

Amsterdam	21 29	Londra	19 32
Atepe	23 28	Madrid	15 30
Berlino	17 32	Moaca	9 21
Bruxelles	21 33	Nizza	21 30
Copenaghen	11 21	Parigi	19 35
Ginevra	19 35	Stoccolma	8 19
Heisinki	8 20	Varsavia	17 32
Lisbona	18 26	Vienna	16 30

**L'Unità**

Tariffe di abbonamento		
Italia	Annuale	Semestrale
	7 numeri + iniz. edit.	L. 400.000
6 numeri + iniz. edit.	L. 365.000	L. 190.000
	6 numeri senza iniz. edit.	L. 330.000
Estero	Annuale	Semestrale
	7 numeri	L. 780.000
6 numeri	L. 685.000	L. 355.000

Per abbonarsi versamento sul c/c n. 458.38000 intestato a l'Arca SpA, Via dei Due Macelli, 23 13100/187 Roma oppure presso le Federazioni del Pais.

**Tariffe pubblicitarie**  
Aimed (ann. 45 x 90)

Commerciale 1erale L. 500.000	Salotto e festa L. 600.000	Portale L. 800.000	Fronte L. 1.000.000
Finestra 1° pag. 2° fascicolo L. 4.000.000	L. 4.000.000	L. 5.000.000	L. 5.000.000
Finestra 1° pag. 2° fascicolo L. 2.000.000	Martello di via L. 2.000.000	L. 2.000.000	L. 2.000.000

Concessionaria per la pubblicità nazionale: ST PUBLI-TEC SPA  
Divisione Generale: Milano 20121 Via Broletto 21 Tel. 02/ 6702121

**Assistenza Clienti**  
New Quest: Milano 20121 Via Broletto 21 Tel. 02/ 6702121  
New Ed: Bologna 40121 Via Comandini 1 Tel. 051/ 242111  
New Ed: Roma 00186 Via A. Capello 10 Tel. 06/ 5194111  
New Ed: Napoli 80133 Via San Tommaso 12 Tel. 081/ 542111

Stampa in bianco e nero  
Telestampia Centro Italia: Via della Repubblica 100 - Roma  
SABO Bologna: Via del Tempione 1 - Bologna  
PPM Industria Poligrafica Palermitana (Ippolito) - M. S. Salvatore di Catania (CT)  
STP SpA - 99040 Catania - Catania 2 - 311

Distribuzione: SDEP - 20092 Cinisello B. - Milano - Italia

**L'Unità**

Supplemento quotidiano diffuso sul territorio nazionale unitamente al giornale L'Unità  
Direttore responsabile Giuseppe F. Mennella  
Iscrit. al n. 22 del 22-01-94 registro stampa del Tribunale di Roma