

Strumenti modernissimi quali lo spettroscopio ed il radiotelescopio hanno aperto nuovi orizzonti all'astronomia moderna, consentendo così all'uomo di addentrarsi nei misteri della materia interstellare.



NUOVE ESPLORAZIONI DELLO



SPAZIO

L'astronomo moderno non si interessa più oggi giorno soltanto dei corpi celesti intesi nel senso tradizionale, quali le stelle e i pianeti ma anche dei gas e delle particelle di materia solida e degli atomi che si trovano sparpagliati nello spazio, tra le stelle. Cinquant'anni or sono questa materia era considerata un impedimento allo studio delle stelle più lontane. L'astronomo, tuttavia, si è reso gradualmente conto che la materia interstellare può facilitare la comprensione della struttura e dello sviluppo delle stelle e delle galassie, universi-isole, di cui le stelle sono appunto una parte.

Circa 100.000.000.000 di stelle costituiscono quella gigantesca ruota appiattita che è la nostra Via Lattea, una galassia nella quale si trova il Sole con i pianeti del suo sistema.

La luce, che viaggia a 300.000 km. al secondo, impiega 7.000 anni ad attraversare la Via Lattea, e questo dato ci fornisce un'idea della sua immensità. Ma la nostra galassia, così enormemente vasta, non è la sola. Ve ne sono altre, probabilmente centinaia di milioni, sparpagliate nell'immensità dello spazio. Alcune di esse sono formate da sistemi simili a quello della nostra galassia; altre ne differiscono per forma o dimensione. In quasi tutti questi innumerevoli sistemi stellari esiste della materia interstellare. Pare addirittura che questi stessi materiali esistano nel vasto spazio che comprende le differenti galassie.

La nostra prima conoscenza dell'esistenza di materia interstellare tra le *nebulose* — nuvole brillantemente luminose che sono state osservate nel cielo — ci è venuta dalla loro osservazione ad occhio nudo. Forse la più nota di esse è la Grande Nebulosa, che è come una macchiolina grigiastra e sfumata nella costellazione di Orione. Si conoscono altre centinaia di nebulose brillanti, la maggior parte delle quali si trova nella Via Lattea o in prossimità di essa. Alcune galassie, specialmente quelle più vicine alla nostra, contengono nebulose brillanti.

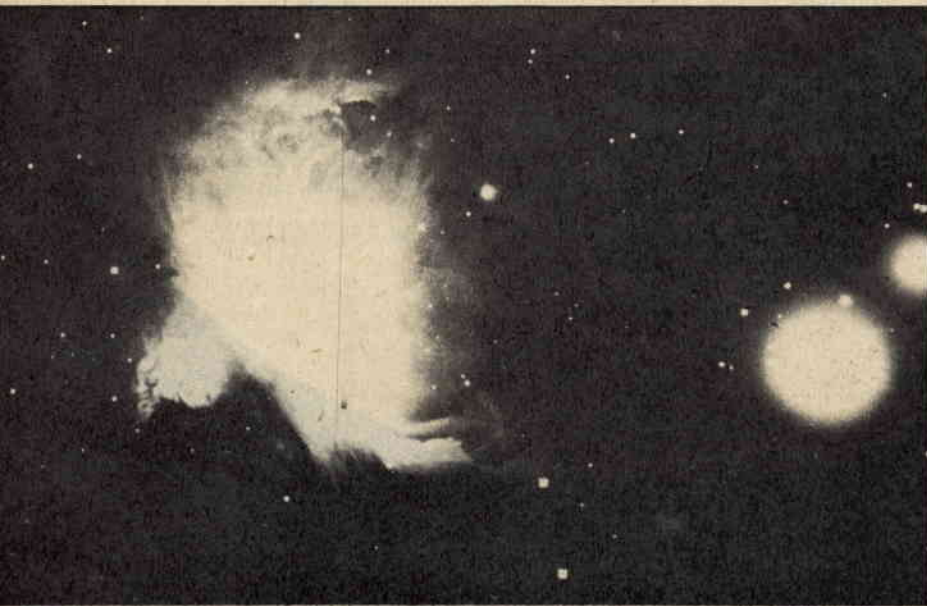
I primi osservatori pensarono che le nebulose, come quel-

la che è visibile in Orione, fossero formate da stelle poco luminose. E quando vennero costruiti telescopi di maggior potenza, gli astronomi tentarono di « risolvere » (cioè di vedere le stelle componenti) le nebulose. In alcuni casi vi riuscirono, poichè alcune nebulose risultarono essere galassie o minori gruppi stellari. Ma per molte altre il tentativo di risolvere non riuscì, ed anche facendo uso dei telescopi più potenti, gli astronomi non riuscirono a vedere altro che una struttura nebulosa. Verso la fine del secolo scorso venne definitivamente provato — per mezzo dello spettroscopio — che le nebulose brillanti, come quella di Orione, non sono costituite da stelle.

Lo spettroscopio e gli strumenti da esso derivati sono, per l'astronomo moderno, altrettanto importanti quanto lo è il telescopio, in quanto gli permettono di decifrare i messaggi che la luce porta dai corpi celesti e di conoscerne la composizione. La luce bianca è formata da tutti i colori dell'arcobaleno. Quando la luce che proviene da una stella o da una lontana galassia passa attraverso lo spettroscopio, viene frazionata in una striscia di colori: lo spettro. Dalla posizione e dalla distribuzione delle linee colorate di questa striscia si può stabilire quali elementi — allo stato di gas incandescenti — sono presenti in quel corpo celeste. Ogni elemento è caratterizzato da una disposizione particolare delle sue linee spettrali. Uno spettro che presenta colori nettamente separati indica un gas tenue. La Grande Nebulosa di Orione presenta appunto uno spettro di tale tipo. E molte altre nebu-

le brillanti risultano costituite da gas tenui. Invece lo spettro che si osserva nella nebula vicina alle Pleiadi (un gruppo di stelle « calde ») assomiglia a quello delle stelle brillanti, che sono contenute nella nebulosa stessa. Ma avremmo torto di concludere che questa nebulosa è costituita da stelle. In realtà essa riflette semplicemente la luce delle stelle brillanti che le sono più vicine. Dobbiamo perciò ritenere che la nebulosa deve contenere particelle solide, altrimenti non potrebbe riflettere così bene la luce delle stelle. È probabile che la nebulosa delle Pleiadi contenga oltre alle particelle solide, anche dei gas.

Abbiamo un altro modo per conoscere se nello spazio interstellare esiste della materia solida. Nuvole di particelle oscurano la luce che proviene dalle stelle più lontane. Alcune di queste nuvole, come quelle della nebula del Sacco di Carbone nell'emisfero celeste meridionale, sono opache, con orli ben definiti. Altre possono essere delimitate in base alla diminuzione della luce delle stelle che la attraversano e, ciò che è più importante, in base all'arrossamento della detta luce. Se il colore di una stella è più rosso di quello normale, ciò significa che la luce è in parte assorbita da una nuvola di materia interstellare; e possiamo anche stabilire la quantità di materia che è presente nella nuvola. Tutte le risorse del più preciso strumento che serve per misurare la luce — cioè la cellula fotoelettrica — vengono utilizzate per confrontare il colore vero e quello osservato dalle stelle e per stabilire i limiti della materia che la oscura. La maggior parte di questi addensamenti di



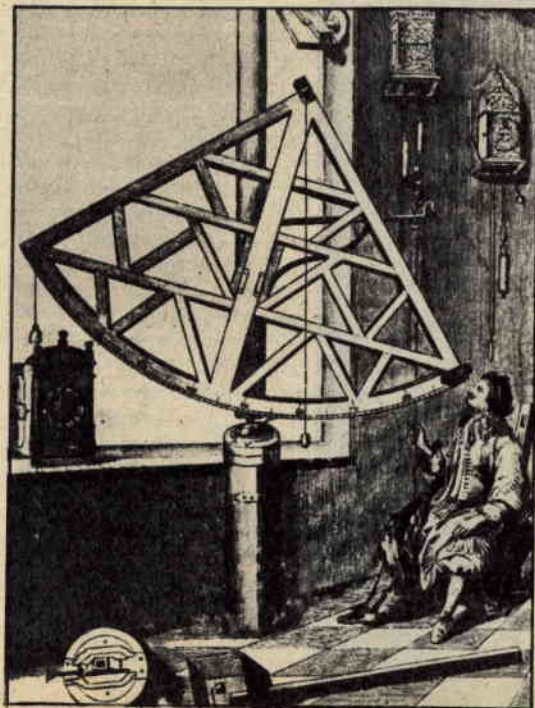
Per mezzo dello spettroscopio si è potuto accertare definitivamente che le meteore brillanti non sono costituite da stelle, come voleva una tradizionale ipotesi. Sempre con tale strumento si può stabilire quali elementi, allo stato di gas incandescenti sono presenti in un corpo celeste. Nella foto, la Grande Nebulosa di Orione vista dall'osservatorio di Parigi.



materia si trovano nel piano della Via Lattea. Le particelle solide non sono i soli corpi oscuri che si trovano nello spazio interstellare. Anche gli atomi possono oscurare la luce delle stelle. Ogni atomo assorbe le radiazioni che hanno la stessa lunghezza d'onda delle radiazioni emesse dall'atomo stesso. Lo strumento più spettacolare che viene usato per scoprire la presenza di atomi nello spazio interstellare è nuovissimo. È il radiotelescopio che rivela la radiazione elettromagnetica di radio frequenza. La lunghezza d'onda della luce rossa (che è anch'essa una radiazione elettromagnetica) che è percettibile all'occhio è di circa 0,000,001 cm. Il radiotelescopio può rivelare radiazioni della lunghezza d'onda di circa 20 cm. L'atomo dell'idrogeno — che è la più comune delle sostanze — emette radiazioni di quest'ultima lunghezza d'onda. Uno scienziato olandese aveva previsto che nel cielo dovevano esistere radiazioni emesse dagli atomi di idrogeno. Un fisico americano costruì un radio ricevitore per ricercare tali radiazioni; e le trovò. La rilevazione delle radiazioni emesse dall'idrogeno segnò una nuova era nella storia dell'astronomia.

Come abbiamo visto, le nebulose brillanti si trovano in prossimità del piano delle galassie. Una sottile nebbia di gas, molto più tenue, pervade la Via Lattea. Per fotografare lo spettro di tale nebbia, è necessario far uso di uno strumento molto più sensibile, poichè essa è 6.000 volte più tenue di quella che forma la Grande nebulosa di Orione. Questa nebbia contiene, in media, 5 atomi per ogni centimetro

Sopra: La Grande Nebulosa nella costellazione di Orione. E' visibile ad occhio nudo come una piccola macchia offuscata. In realtà è una tumultuosa massa di atomi resi luminosi dal gruppo di stelle che è avvolto dalla nebulosa. Sotto: Il quadrante azimutale di Hevelio (1670 circa), tipo di apparecchio perfezionato per effettuare misure di posizione di corpi celesti ad occhio nudo.





cubico; e la grandissima maggioranza di questi atomi è di idrogeno. Gli atomi brillano per effetto della luce di stelle lontanissime che li colpisce. Oltre a quelli dell'idrogeno si sono anche riscontrati atomi di ossigeno, di azoto e di zolfo.

Le nebulose brillanti di gas si trovano soltanto nei pressi di quelle stelle, la cui luce indica una temperatura superficiale superiore ai 12.000 gradi. Dalla luce di queste nebulose, esaminata con lo spettroscopio, risulta la presenza dell'idrogeno, dell'elio, del carbonio, dell'azoto, dell'ossigeno, dello zolfo e di altri elementi. La nebulosa di Orione contiene circa 2.000 atomi per cm cubico e la maggior parte di essi è di idrogeno. Perché brillano questi atomi? Perché si trovano in prossimità d'una stella calda. Gli atomi di idrogeno e di elio assorbono la luce estrema della banda ultravioletta, che proviene dalla stella e la restituiscono sotto forma di radiazione della loro particolare lunghezza d'onda. Gli atomi di ossigeno, di azoto e di zolfo, emettono luce, dopo aver urtato elettroni distaccati da altri atomi per effetto della radiazione ad alta temperatura della stella. Se il materiale avesse densità paragonabile con la materia che si trova nelle atmosfere stellari (cioè di diverse centinaia di miliardi di atomi per cm cubico) gli urti contro gli atomi spoglierebbero in breve questi atomi nell'energia conferita ad essi dagli elettroni. Ma la densità delle nebulose (che è di poche migliaia di atomi per cm cubico) è tanto bassa che, per la durata di mesi, non avvengono urti. In tali condizioni gli atomi di ossigeno, di azoto e di zolfo producono quelle linee che si osservano nello spettro delle nebulose. Queste linee sono dette « proibite », nel senso che esse sono soppresse, nelle condizioni stellari o di laboratorio, dalle continue collisioni con gli atomi circostanti. Le nebulose brillanti, che si trovano attorno alle stelle che hanno una temperatura superficiale inferiore ai 12.000 gradi, differiscono dalle nebulose del tipo di quella di Orione. Le stelle più vicine emettono troppa poca luce ultravioletta per produrre le brillanti righe spettrali. In queste nebulose l'effetto maggiore è dato dalla riflessione della luce stellare da parte delle particelle solide. Benché siano certamente presenti degli atomi, la stella non è sufficientemente calda per fornire ad essi l'energia necessaria per renderli luminosi.

L'idrogeno interstellare e le particelle soli-

de contribuiscono a spiegarci la formazione delle galassie. Queste si suddividono in diversi tipi. In quelle a spirale, enormi braccia avvolgono un nucleo che può essere sferico od avere la forma di una sbarra diritta. La nostra Via Lattea costituisce un buon esempio di una galassia a spirale. Altre galassie, dette irregolari, non hanno una definita forma. Altre ancora presentano forma ellittica.

Quando gli astronomi rilevarono la presenza dell'idrogeno interstellare nella debole luminosità della Via Lattea, servendosi del radiotelescopio constatarono che questo gas delinea la struttura a spirale del nostro sistema stellare. L'idrogeno è accompagnato da particelle assorbenti che segnano il tracciato della spirale. Nella galassia che si trova nella costellazione di Andromeda, e che ha il nome di Grande Spirale, i bracci della spirale risultano costellati di nebulosità brillanti, associate con strisce ben definite di materia oscurante. Le galassie irregolari, caotiche, sono ancor più ricche di materiale nebuloso, brillante e oscuro, di quanto non lo sono le galassie a spirale. Molti sistemi ellittici, che con-



Compenetrata da una diffusa luminosità, turbata da densi vapori fino ad esserne quasi offuscata: così gli astronomi definiscono una nebulosa.

**L'UOMO
HA
ORMAI
RAGGIUNTO
UN'ALTRA
CERTEZZA:
LA
PRESENZA
DELL'ATOMO
NELLO
SPAZIO
INTERSTELLARE**



tengono pochissime particelle solide, sono pervasi da una nebulosità diffusa costituita da atomi luminosi.

I gas assorbenti presenti nello spazio interstellare, i cui atomi si profilano sullo spettro delle stelle più distanti, indicano la presenza di un certo numero di elementi chimici. Calcio, sodio, potassio, ferro e titanio sono abbondanti. Atomi di idrogeno, azoto, carbonio e ossigeno sono presenti sotto forma di composti interstellari, come il cianogeno che è un composto di carbonio e di azoto. Gli astronomi

hanno rilevato che molte nebulose che si muovono con velocità diverse si frappongono tra noi e le stelle più distanti. È risultato, recentemente, che esse sono associate a diverse braccia a spirale della nostra galassia. Ciascuna di esse si muove con una velocità propria contro la luce di stelle lontanissime.

I gas interstellari rivelano le condizioni dello spazio interstellare. Nella regione di debole nebulosità la temperatura di una particella è di poco superiore allo zero assoluto. La luce delle stelle che arriva a queste particelle è così debole che esse permangono alla stessa bassissima temperatura.

L'idea poi che lo spazio interstellare sia pervaso da campi magnetici suggerisce possibilità affascinanti. Fino a poco tempo fa gli astronomi non pensavano di poter scoprire gli atomi nello spazio intergalassico. Tuttavia lo sviluppo dei radiotelescopi ha aperto impensabili orizzonti in questo campo. L'assorbimento da parte degli atomi di idrogeno può essere rivelato e le particelle solide possono essere scoperte per il loro effetto di oscuramento o di arrossamento della luce. Forse un giorno i radiotelescopi risolveranno completamente i misteri dello spazio intergalassico, e permetteranno di ottenere così nuove cognizioni.

A sinistra: Uno dei più grandiosi telescopi finora realizzati è quello dell'Osservatorio di Monte Wilson, in California. Sotto: Un particolare del grande telescopio dove è visibile un tecnico seduto al posto di osservazione. Egli si trova in cima al telescopio e non alla base come accade normalmente nei telescopi rifrattori; la ragione sta nel fatto che lo specchio riflette le immagini in alto.

