

Il radar misura la velocità delle **METEORE**

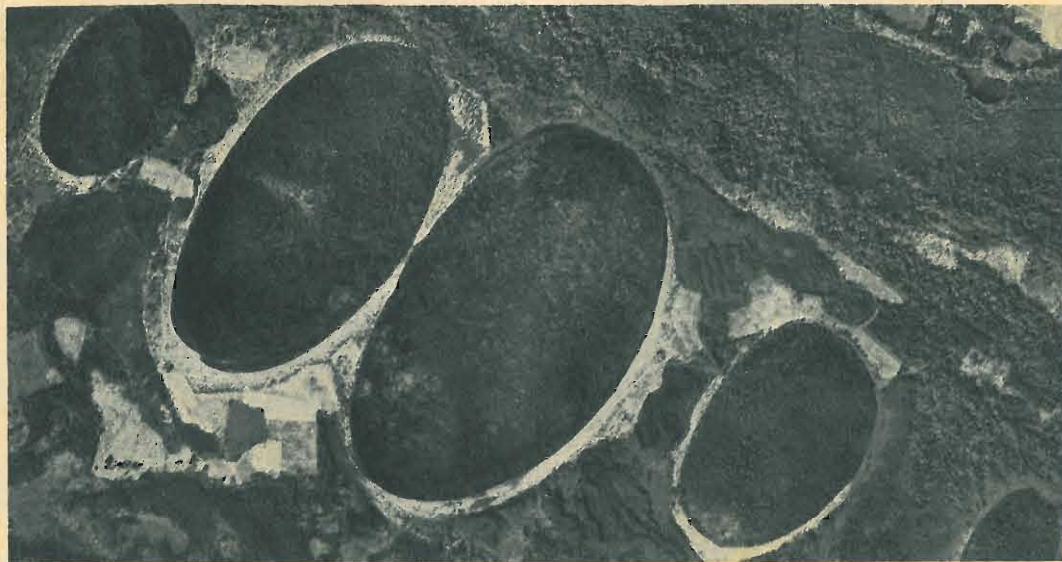
L'impiego dei metodi radioelettrici costituisce per lo studio dei meteoriti un progresso d'importanza paragonabile a quello consentito in astronomia dalla invenzione del cannocchiale e dall'uso della fotografia e della spettrografia; esso permetterà di giungere a una conoscenza ben più precisa sia degli spazi intersiderali da cui provengono i meteoriti sia della alta atmosfera terrestre nella quale essi consumano la loro energia.

LE METEORE sono generalmente conosciute con il termine di *stelle cadenti*; termine poetico ma molto improprio, poichè non hanno da vedere nulla con le stelle, costesti piccoli corpuscoli minerali la cui massa è generalmente dell'ordine di pochi grammi, e che si spostano rapidamente e diventano luminosi per attrito con la nostra atmosfera. Scientificamente si chiama *meteora* (1) il fenomeno luminoso, e *meteorite* il corpuscolo stesso, mentre nel linguaggio comune, naturalmente meno preciso, la parola *meteora* viene usata nei due casi.

Eccezionalmente, i meteoriti possono avere una

(1) Fino a poco tempo fa, la parola *meteora* veniva usata, conforme alla sua etimologia, in un senso molto più esteso e serviva a designare tutti i fenomeni atmosferici, donde il nome di *meteorologia* dato alla scienza che studia questi fenomeni. In realtà, la meteorologia si occupa delle meteore in quanto esse permettono di ricavare informazioni sugli strati superiori della nostra atmosfera.

In una regione della Carolina del Sud (Stati Uniti), il terreno è crivellato da grandi buche che possono raggiungere persino tre chilometri di diametro: le fotografie riprese dall'aereo hanno permesso di stabilire che le buche sono state prodotte dalla caduta di uno sciame di meteoriti.



massa abbastanza grande e raggiungono allora, senza volatilizzarsi, gli strati inferiori dell'atmosfera e, talvolta, anche il suolo. In questi casi vengono designati col nome di *bolidi*: fra essi, quelli che si rinvengono al suolo si distinguono in *sideriti* e in *aeroliti*, secondo che sono costituiti essenzialmente di ferro oppure di rocce analoghe a quelle terrestri. La caduta dei bolidi è accompagnata da un fragore di tuono, non già dovuto al loro scoppio, bensì, analogamente a quanto avviene per il fischio dei proiettili, alle onde di urto generale dal corpo, animato di velocità superiore a quella del suono.

Il numero di meteore che un osservatore isolato può scorgere nel cielo è molto variabile: in media, 10 in un'ora. Questa media rappresenta solo una piccolissima frazione, all'incirca un centomillesimo, del numero delle meteore che raggiungono la Terra. Il loro totale supererebbe dunque



Non è — come sembra — il cratere di un vulcano, ma il punto di caduta di un gigantesco meteorite che ha urtato la Terra, all'incirca cinquemila anni or sono, nell'Arizona (Stati Uniti). Gli Indiani di quella regione desertica dicono che in quel punto il Grande Spirito è penetrato nella Terra "col fuoco e col tuono". Il cratere ha una profondità di 150 metri e il diametro di 1200 metri.

i 20 milioni in un giorno; questa stima riguarda solo quelle visibili a occhio nudo: il numero di tutte le piccole meteore che si riesce a vedere soltanto con il cannocchiale (meteore telescopiche), è invece molto più grande.

Meteore sporadiche e sciame

Alcune leggi, messe in luce dall'attento studio di questi corpi, sono facilmente comprensibili. Così, in generale, si vedono più meteore verso la fine della notte che non al principio; infatti, per effetto del movimento della Terra lungo la sua orbita, al cadere della notte ci troviamo sul lato del nostro globo opposto al senso del suo moto e possiamo quindi vedere solo le meteore che ci raggiungono; al mattino, invece, siamo sulla parte della Terra rivolta verso la parte anteriore della sua traiettoria. Per la stessa ragione, le meteore vengono più spesso dall'est che non dall'ovest. Infine, per un motivo analogo, nell'emisfero settentrionale esse sono più numerose in autunno che non in primavera poichè, non essendo l'asse terrestre perpendicolare all'eclittica, questo emisfero è situato, per esprimerci col linguaggio dei marinai, ora a prua e ora a poppa della Terra.

In alcune notti, le meteore sono sensibilmente più frequenti del solito; questo vuol dire che la maggior parte di esse appartiene ad uno sciame. Mentre le direzioni delle meteore sono in generale distribuite a caso, quando si riportano sopra una carta celeste le traiettorie di uno sciame ci si rivela che esse s'incrociano pressochè tutte in uno stesso punto detto *radiante* dello sciame. Si tratta, però, solo di un effetto di prospettiva: le traiettorie nello spazio sono in realtà linee paral-

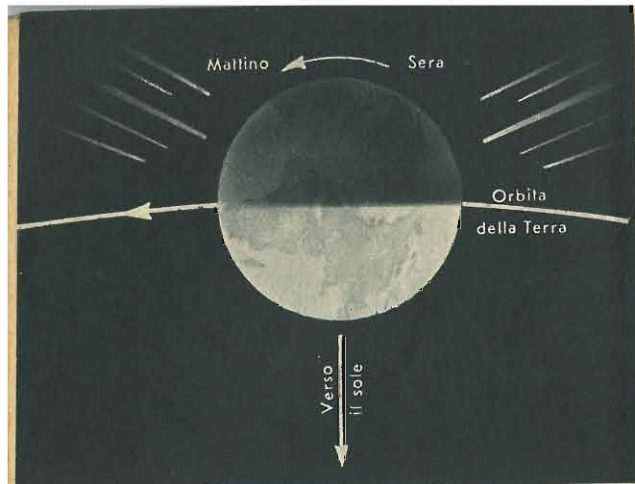
lele, che solo apparentemente si intersecano in un punto della sfera celeste, e il radiante non è altro che il *punto di fuga* dei disegnatori. Gli sciame più noti sono: le *Perseidi*, che sembrano provenire da un punto della costellazione del Perseo e producono una fitta pioggia di stelle cadenti verso la fine di luglio ed agli inizi di agosto, con un massimo verso l'11 di questo mese; le *Leonidi*, il cui radiante si trova nella costellazione del Leone (14-15 novembre); le *Liridi* (20 aprile); le *Geminidi* (10-13 dicembre). Le meteore che non fanno parte di uno sciame vengono chiamate invece *sporadiche*.

Alcuni sciame appaiono, a volte, straordinariamente numerosi; si assiste allora ad una vera *pioggia di stelle cadenti*. La storia ricorda alcune di queste fantasmagoriche piogge che, come all'apparizione delle grandi comete, provocavano panico nei nostri antenati. Già nel 687 a. C. si notò una *pioggia di meteore* dovuta allo sciame delle Liridi; un'altra eccezionale caduta di questo sciame si ebbe nel 15 a. C. « Le stelle cadevano come la pioggia », dicono gli antichi scrittori. L'intensità delle piogge meteoriche dovute allo sciame delle Leonidi, nel 1833 e nel 1866-67, impressionò grandemente la fantasia popolare e fece risorgere i più accesi timori superstiziosi.

La quota e la velocità delle meteore

Una meteora, per due osservatori situati ad alcuni chilometri di distanza l'uno dall'altro sembra avere due posizioni diverse sulla sfera celeste.

Se si conosce la posizione dei due osservatori, e se questi hanno individuato la traiettoria apparente della meteora in mezzo a stelle note,



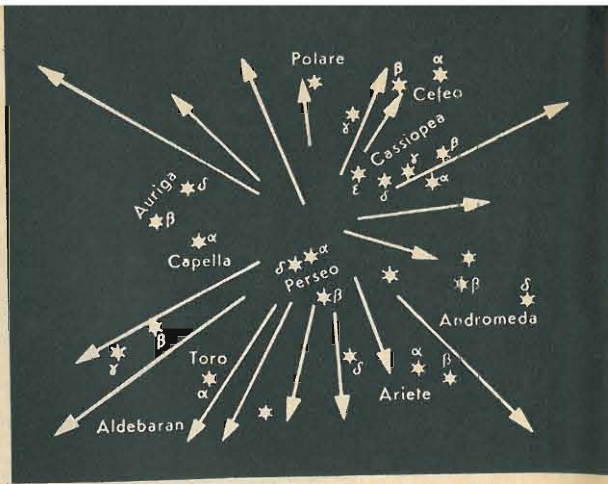
La parte del nostro globo dove s'inizia il giorno va incontro alle meteore. La parte che, invece, entra nella notte può ricevere soltanto quelle meteore che raggiungono il nostro pianeta.

un semplice calcolo permette di dedurre le vere posizioni spaziali dei punti di apparizione e di scomparsa della meteora stessa e le loro quote. Infine, se gli osservatori hanno stimato o misurato il tempo durante il quale la meteora è stata visibile, si può valutare la sua velocità.

Siffatte osservazioni sono state eseguite frequentemente, e in molti Paesi esistono associazioni di astronomi dilettanti che se ne occupano in modo particolare. La precisione dei risultati dipende da quella delle osservazioni. Se non è facile stabilire esattamente la posizione del punto in cui improvvisamente appare una meteora, e poi quella del punto ove scompare, è ancor più difficile valutare la sua durata, generalmente assai breve. Risultati più precisi potrebbero essere ottenuti con la fotografia; ma lo studio sistematico delle meteore con la fotografia è impedito da gravi difficoltà, poiché gli obiettivi a grande campo sono insufficientemente luminosi e permettono di fotografare solo le meteore più brillanti. Perciò gli astronomi dell'Osservatorio Harvard (Cambridge, Mass.) hanno installato, in due stazioni distanti 38 km l'una dall'altra, camere fotografiche che essi dirigono simultaneamente verso la stessa regione dell'alta atmosfera; gli obiettivi hanno una distanza focale di 1,5 m all'incirca, sono aperti a 1:4 ed il loro campo è di una sessantina di gradi. L'impianto ha permesso tuttavia di registrare appena otto meteore l'anno e lo studio si è limitato alle meteore più luminose.

Un primo fatto curioso, messo in luce con questo metodo, consiste nella ripartizione in quota dei punti di apparizione e di scomparsa delle meteore. Alcune di esse diventano visibili a un'altezza che supera i 150 km, ma la più frequente quota di apparizione è di 110 km; la quota di scomparsa si aggira molto spesso intorno agli 80 km, ed è assai piccola la proporzione delle meteore che si abbassano fino ai 60. Da ciò sarebbe lecito dedurre che la resistenza dell'aria, e di conseguenza la sua densità, subirebbero un'imprevista variazione a questa quota di 60 km.

La teoria della illuminazione delle meteore è ancora oggetto di discussione fra gli astronomi; alcuni ritengono tuttavia che questo fenomeno sia



Per un effetto di prospettiva, le meteore di uno sciame sembrano essere emesse da uno stesso punto, cioè il radiante. Questo disegno mostra lo sciame delle Perseidi e il loro radiante.

dovuto all'esistenza, verso i 60 km dal suolo, di una regione atmosferica la cui temperatura è più elevata. Questa ipotesi è stata d'altronde confermata anzitutto da metodi indiretti, quali lo studio della propagazione delle onde sonore a grandi distanze, e la fotometria del cielo crepuscolare, e recentemente da misure ottenute con apparecchi registratori trasportati da razzi.

Per quel che riguarda la velocità delle meteore, sembra che i più piccoli valori sin qui osservati siano dell'ordine di 15 km/s, e i maggiori di 80 km/s. È da sperare che risultati molto precisi saranno ottenuti dagli astronomi di Harvard, i quali sono riusciti a montare veri e propri contatori di velocità, collocando davanti a una fra le camere fotografiche che registrano il passaggio delle meteore una specie di ventilatore (settore ruotante) le cui pale interrompono l'immagine della traiettoria delle meteore ogni ventesimo di secondo; questo è certamente un mezzo sicuro per calcolare la loro velocità. Le osservazioni sino ad oggi eseguite con questo sistema riguardano solo una dozzina di meteore; ma hanno già permesso di constatare che il frenamento dell'aria finisce per prevalere sull'accelerazione di gravità.

Gli sciami, residui di comete

Il problema della velocità delle meteore è importante anche perché ad esso è collegato quello della loro origine.

Si calcola che se una particella materiale viene attratta dal Sole a una distanza molto grande, quest'attrazione imprime alla particella una velocità che raggiunge poi i 42 km/s quando essa è vicina alla Terra. Questa velocità è chiamata *velocità parabolica* perché i corpi che ne sono animati (comete, meteoriti ecc.) descriverebbero, se non incontrassero la Terra, un'orbita parabolica avente per fuoco il Sole.

Ma, poiché la Terra si sposta essa stessa attorno al Sole alla velocità media di 30 km/s, la velocità di un meteorite rispetto alla Terra è molto differente dalla sua velocità rispetto al Sole; cioè, a seconda che il corpuscolo va incontro alla Terra o la insegue, la sua velocità è la som-

ma o la differenza di quella di cui è dotato rispetto al Sole e di quella rispetto alla Terra. Siccome d'altra parte, l'attrazione prodotta dalla Terra può incrementare la velocità stessa di 0,8 ÷ 4,3 km/s, risulta finalmente che una particella *partendo dalla quiete* e attratta dal Sole, può avere — al momento del suo ingresso nell'alta atmosfera terrestre — una velocità compresa fra 11 e 76 km/s.

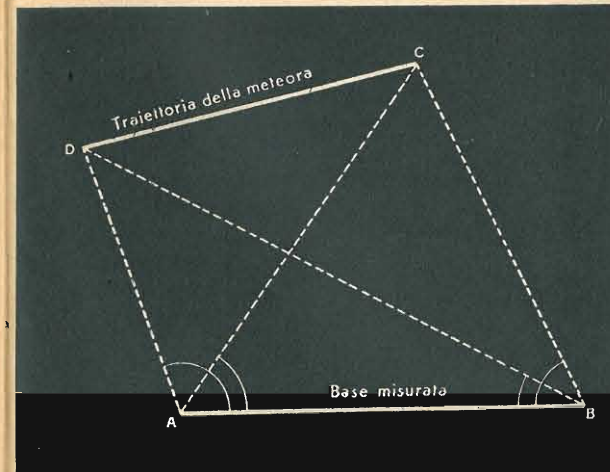
Si considera che una simile particella appartenga inizialmente al sistema solare, giacché dire ch'essa è in quiete rispetto al Sole è come dire che essa, rispetto alle altre stelle, fosse animata da un movimento uguale a quello del Sole. Alcuni meteoriti, però, giungono dalle profondità dello spazio interstellare e possono avere, rispetto al sistema solare, una velocità propria che si aggiunge a quella prodotta dall'attrazione del Sole.

Dalle antiche stime di velocità si era dedotto che una notevole proporzione di meteoriti provenisse dallo spazio interstellare. Oggi, si crede che molte di quelle stime erano davvero esagerate; comunque, l'idea dell'origine interstellare rimane ancor valida per alcuni meteoriti.

Si ritiene che una parte dei meteoriti appartiene a quel pulviscolo interstellare che produce un indebolimento e un arrossamento della luce delle stelle lontane e forma, nella regione dove esso è maggiormente abbondante, le *nebulose oscure*. La Terra incontrerebbe questo pulviscolo lungo il suo percorso nello spazio: come è noto, essa è trascinata dal Sole che si sposta ad una velocità di 19 km/s rispetto all'insieme delle stelle vicine nella direzione della costellazione di Ercole.

Gli altri meteoriti appartengono dunque al sistema solare. Alcuni, specialmente quelli degli sciami, provengono da una disintegrazione parziale o totale di comete. Il nucleo della cometa, cioè il punto brillante che appare al centro della sua testa, è formato da un agglomeramento di

Da due osservatori che immaginiamo situati in A e in B si calcola, mediante la misura degli angoli in A e in B, la quota dei due punti C e D di apparizione e di scomparsa della meteora.



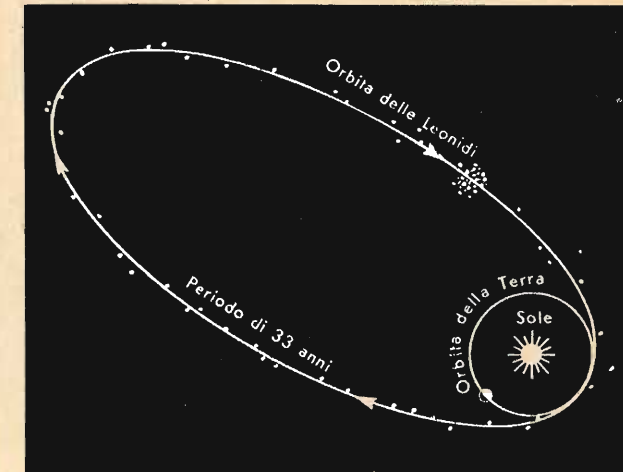
particelle che sono abbastanza numerose e abbastanza ravvicinate tra loro perché le forze di mutua attrazione ne possano impedire la dispersione. Ma queste forze sono piuttosto deboli: ne abbiamo una prova nella variazione di dimensioni che il nucleo di una cometa subisce spesso avvicinandosi al Sole.

Un celebre esempio di disintegrazione è quello della cometa periodica di Biela, che aveva un periodo di sei anni e mezzo; quando essa ritornò nel 1846, la sua testa era divisa in due; nel 1852, si videro addirittura due comete separate, distanti fra loro 2 milioni di chilometri all'incirca. Negli anni successivi queste comete non comparvero più, ma nel 1872, nel momento in cui, secondo i calcoli, la traiettoria della cometa avrebbe dovuto incontrare l'orbita della Terra, si osservò una magnifica pioggia di stelle cadenti, che si rinnovò poi nel 1885. È quindi verosimile che il nucleo si sia disintegrato per effetto delle forze di attrazione dovute al Sole ed ai pianeti.

Si deve a G. V. Schiaparelli la scoperta (1866) che gli sciami periodici di stelle cadenti sono avanzi di comete disgregate; le Perseidi derivano dalla cometa Tuttle e le Leonidi da quella di Tempel. Questa identità è stata poi verificata in una decina di casi.

Col tempo, questi frammenti di comete si disperdono, più o meno, lungo e attorno alla traiettoria iniziale per effetto delle ineguali attrazioni che su essi esercitano il Sole e i pianeti. Finché lo sciame è relativamente compatto, esso provoca piogge di stelle cadenti abbondanti e di durata relativamente breve. Fu questo il caso delle Leonidi nel 1833 e nel 1866. Lo sciame delle Perseidi, al contrario, è quasi uniformemente distribuito lungo tutta la traiettoria della cometa di Tuttle (1862) dalla quale, come si è detto, proviene. Ed ecco perché questo sciame di meteore, osservato ogni anno, non dà più piogge notevoli benché la Terra impieghi parecchi giorni ad attraversarlo.

Evidente spiegazione delle piogge periodiche di meteore. Lo sciame compatto delle Leonidi impiega trentatré anni per tornare al punto d'intersezione della sua orbita con l'orbita terrestre.





Scia persistente di una meteora (fotografia) visibile al crepuscolo per un'ora e mezza. La sua forma sinuosa è dovuta ai venti impetuosi (talvolta di 200 km/h) che soffiano negli alti strati atmosferici.

L'illuminazione dei meteoriti

Si è ammesso da molto tempo che l'illuminazione dei meteoriti sia dovuta al loro riscaldamento per attrito contro gli strati superiori dell'atmosfera terrestre. La prova di questa azione dell'aria è data dal fatto che le particelle non diventano luminose se non quando esse raggiungono strati atmosferici sufficientemente densi. Ma il riscaldamento per attrito non basta a spiegare tutto.

La velocità dei meteoriti fa sì che essi acquistino un'energia cinetica notevolissima; la forza viva di una particella di un milligrammo, animata da una velocità di 40 km/s, è superiore a quella di una palla di pistola tirata a bruciapelo. Fortunatamente, la nostra atmosfera ci preserva da un simile bombardamento cosmico e arresta almeno i proiettili meteorici di piccola massa, vale a dire la grande maggioranza. La massa di un meteorite si calcola proprio confrontando la sua energia cinetica con l'energia che esso emette sotto forma di luce allorché penetra nella nostra atmosfera. Benché non si conosca esattamente la proporzione, senza dubbio notevole, di energia dissipata sotto altre forme, e specialmente per il riscaldamento dell'aria circostante lungo tutta la traiettoria, si ritiene soddisfacente la valutazione della massa. Essa conduce a valori sorprendentemente piccoli, di qualche grammo, o più spesso di una frazione di grammo.

Non è facilmente comprensibile come frammenti così piccoli siano visibili ad una distanza media di 100 km; infatti, perché a questa distanza una meteora possa avere lo stesso splendore apparente di una stella di seconda grandezza

(all'incirca quella della stella Polare, caso abbastanza frequente), la sua intensità luminosa deve raggiungere le 4000 candele! Ma in questo caso, non si può attribuire l'emissione di luce unicamente a un aumento di temperatura, poiché l'intensità luminosa osservata corrisponderebbe ad una temperatura nettamente superiore al punto di vaporizzazione del meteorite, tanto nel caso che questo sia essenzialmente costituito da ferro, quanto se composto da rocce silicee.

Si ha d'altronde una prova diretta che la temperatura non è la sola causa dell'emissione di luce, poiché si è riusciti, da qualche anno, ad ottenere gli spettri di alcune meteore (1). Si è così osservato che la loro luce non è formata da un irraggiamento continuo come quello emesso dai corpi solidi o liquidi ad alta temperatura, ma che essa è costituita da una serie di radiazioni brillanti, differenti a seconda della natura del meteorite (i sideriti mostrano principalmente le righe del ferro, gli aeroliti quelle del calcio, magnesio, silicio e sodio). Questa luce assomiglia quindi molto di più a quella emessa da un gas rarefatto come, ad es., in un tubo al neon o in una lampada a vapore di mercurio, che non a quella di una comune lampada elettrica a filamento caldo. Si è arrivati alla conclusione che l'emissione di luce proviene da una nube di gas, vaporizzato dal meteorite e circondante il suo nucleo solido.

(1) Questi spettri sono stati ottenuti col metodo del *prisma obliquo*, frequentemente impiegato dagli astronomi, che consiste nel disporre semplicemente un prisma di vetro davanti ad una camera fotografica; si osservano allora tante immagini monocromatiche, spostate l'una dall'altra per dispersione, quante sono le differenti radiazioni emesse dalla meteora.

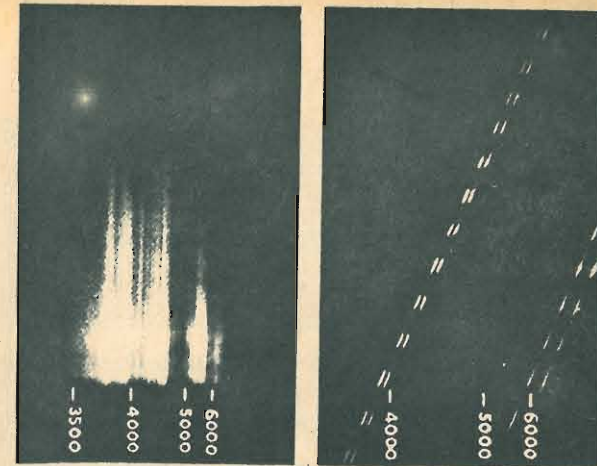
Gli spettri del tipo Z delle meteore, mostrano soprattutto le righe, del ferro; quelli del tipo A due righe marcate del calcio ed altre, più deboli, dovute al magnesio, al silicio ed al ferro.

Per quanto riguarda il meccanismo stesso d'illuminazione, si tratta di ciò che i fisici chiamano *ionizzazione per urto e ricombinazione*: gli atomi dell'involucro gassoso che circonda il meteorite subiscono l'urto violento degli atomi o delle molecole dell'aria circostante; sotto l'azione di questi urti essi si ionizzano, vale a dire perdono uno o più elettroni; emettono luce allorché riprendono il loro stato normale ricombinandosi per cattura di elettroni. In generale, la ricombinazione è quasi istantanea, ma talvolta è ritardata e la meteora lascia allora una scia visibile per qualche tempo.

Le meteore ionizzano l'alta atmosfera

Per effetto di siffatto meccanismo si formano, lungo tutta la traiettoria dei meteoriti, particelle elettrizzate; gli elettroni e le particelle che restano e che diventano cariche per la perdita degli elettroni, cioè gli ioni. Prima ancora che questa teoria fosse stata precisata, l'esperienza aveva fatto supporre l'ionizzazione degli alti strati atmosferici dovuta ai meteoriti. Già nel 1932-33, si erano osservati echi anormali di onde radioelettriche che si producevano talvolta verso i 100 km di quota e che avevano durate dell'ordine di un secondo. Poiché questi echi si producono sia di notte sia di giorno, essi non possono evidentemente essere di origine solare. Si è però notato che i detti echi anormali sono più frequenti durante le notti in cui le meteore si manifestano in maggior numero.

È utile rammentare che, ordinariamente, le onde radioelettriche si riflettono su strati elettrizzati sensibilmente concentrici al globo terrestre, situati nella regione dell'alta atmosfera, la quale in considerazione appunto di questa sua proprietà, viene detta *ionosfera*; e proprio queste riflessioni consentono il propagarsi delle radio-onde a grande distanza. Gli strati si formano per la ionizzazione dei gas presenti provocata dalle ra-

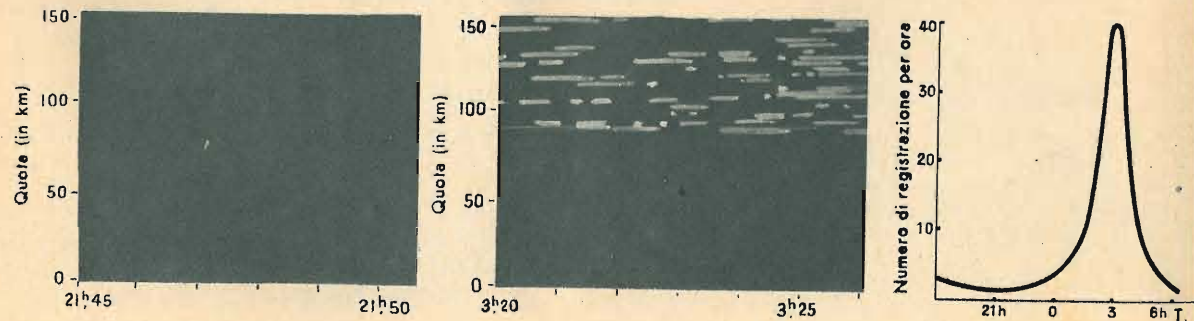


diazioni solari ultra-violette. Esistono tre strati ionosferici principali: lo strato E verso i 100 km di altezza che riflette principalmente le onde lunghe e medie; lo strato F, molto spesso, verso i 250 km, che riflette le onde corte; infine lo strato D verso i 70 km, che riflette male qualsiasi onda, ma produce su esse un effetto di assorbimento considerevole soprattutto durante il giorno. L'altezza degli strati si ricava dall'intervallo di tempo che separa la ricezione diretta di un segnale radioelettrico brevissimo da quella dello stesso segnale riflesso dalla ionosfera.

Il potere riflettente degli strati ionosferici per le diverse onde dipende dal numero delle particelle elettrizzate presenti nell'unità di volume. Ora, le meteore creano una ionizzazione supplementare nell'alta atmosfera, all'incirca alla quota dello strato E, e che si distingue nettamente da quella dello strato E normale, perché produce la riflessione delle onde corte, le quali normalmente non vengono riflesse dallo strato E. Gli echi durano alcuni secondi, talvolta anche parecchi minuti e persino qualche ora; essi corrispondono al passaggio di una meteora isolata, o di uno sciame. Ogni meteora forma una colonna ionizzata, inizialmente molto stretta, ma che, per diffusione, si allarga poi rapidissimamente sino a raggiungere parecchi metri, prima di dileguarsi.

Le meteore provocano un altro curioso fenomeno quando ci si trova in ascolto di una sta-

Film che rivelano gli echi rinviati dalle meteore. Il film A è stato ottenuto durante una notte normale; il film B, invece, è stato ripreso durante la stessa notte (fra il 9 e il 10 ottobre del 1946) con una pioggia di meteore (le cosiddette Giacobinidi). La curva indica la variazione di frequenza delle meteore.



zione radio a onde corte abbastanza potente, ma non modulata, di cui si riceve l'onda diretta molto indebolita. Si nota allora che l'onda riflessa dalla superficie ionizzata, in rapido moto, che è associata alla meteora, non ha la stessa frequenza dell'onda diretta (effetto Doppler) e produce con l'onda diretta dei battimenti di audiofrequenza. Alcuni osservatori hanno contato così 2000 meteore in media, in una notte di dieci ore.

Il radar e lo studio delle meteore

Durante l'ultima guerra fu individuato, per puro caso, dal radar, il passaggio di meteore. Si sa che questo meraviglioso apparecchio permette, grazie alle sue antenne direzionali, di emettere e ricevere onde corte comprese in un fascio relativamente stretto; così gli echi non soltanto si trovano rinforzati quando il fascio è diretto verso nubi ionizzate riflettenti, ma inoltre si può facilmente riconoscerne la direzione e misurarne la distanza. I radar adatti a questo genere di ricerche sono quelli che lavorano su lunghezze d'onde dell'ordine di un metro, poichè quelle più corte non sono riflesse dalle tracce di meteora.

Dopo la fine delle ostilità, la ricerca delle meteore per mezzo del radar viene ormai sistematicamente eseguita da gruppi di indagatori specialmente in Inghilterra ed in America. Uno di questi gruppi ha, per esempio, impiegato una emittente di 72,4 megacicli (lunghezza d'onda di 4,2 m), di una potenza di 150 kilowatt, produttore 150 impulsi al secondo, ciascuno della durata di 8 microsecondi; ordinariamente queste onde non provocano echi.

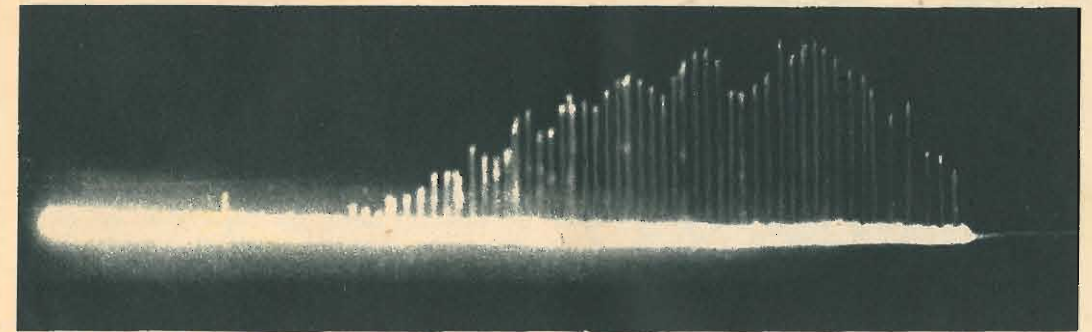
Si possono rendere visibili gli echi che si producono al passaggio delle meteore, impiegando un tubo a raggi catodici (oscillografo). Sullo schermo fluorescente si distinguono allora gli impulsi provenienti direttamente dall'emittente e i loro echi,

ciascuno di questi ultimi essendo separato sullo schermo, dall'impulso diretto, per una quantità proporzionale al tempo trascorso fra la ricezione di questo e quella dell'eco. In altri termini, l'intervallo è proporzionale alla distanza delle nubi ionizzate riflettenti. Si possono anche fotografare, ad esempio, una decina di volte il secondo, le immagini che si formano sullo schermo.

Riproduciamo due esempi di film così ottenuti; in ciascuno di essi si vede in basso la banda continua, dovuta all'impulso diretto e, sopra, gli echi registrati nelle varie ore della notte; la distanza fra questi echi e la banda continua è proporzionale, come abbiamo spiegato, alla distanza delle nubi riflettenti, di modo che, essendo il fascio diretto in senso verticale, si può graduare l'apparecchio e dedurne la quota di riflessione.

L'esempio (a) si riferisce ad una notte ordinaria, quella dal 9 al 10 ottobre 1946 e non vi si registra che un piccolo numero di echi. L'esempio (b), invece, corrisponde ad una pioggia di stelle cadenti e gli echi sono estremamente numerosi; nel nostro caso si tratta della pioggia osservata durante quella stessa notte, ma alcune ore più tardi, e dovuta allo sciame ben noto delle Giacobinidi, cioè dei residui della cometa scoperta nel 1900 da Giacobini e Zinner.

Lo sciame è molto poco disperso, come si accerta facilmente osservando la curva, a massimo molto acuto, che rappresenta la variazione di frequenza degli echi in funzione dell'ora; questa curva è d'altronde assai simile all'altra ottenuta nella pioggia del 1933, in base a osservazioni visuali. Nel 1946, le osservazioni visuali furono difficili per non dire impossibili, perchè il cielo era parzialmente coperto; d'altra parte, si era in periodo di luna piena la cui luce molto intensa annullava quasi la visibilità delle piccole meteore. Queste due circostanze non ostacolarono invece le osservazioni col radar, le quali pos-



Misura della velocità delle meteore. Segnali elettromagnetici vengono emessi ad intervalli regolari e si riflettono sullo strato d'aria ionizzato che la meteora genera davanti a sé. È possibile determinare la distanza registrando gli echi sullo schermo di un tubo catodico. Una fotografia dello schermo luminescente permette di calcolare la velocità della meteora, come si vede in questa suggestiva figura.

sono essere effettuate con qualsiasi tempo ed anche in pieno giorno.

Si noti inoltre come il numero delle meteore che è possibile registrare col radar sia molto più elevato di quello delle meteore che possono essere individuate ad occhio nudo da un osservatore; molte di esse, troppo deboli per essere agevolmente scorte dall'occhio umano, non sfuggono invece al radar che riesce ad intercettare con facilità i loro echi. Le registrazioni forniscono gli echi complessi; tra questi l'eco principale è preceduto da un'eco più debole, che verosimilmente deve attribuirsi alla ionizzazione che si produce nelle immediate vicinanze della meteora, a mano a mano che questa avanza.

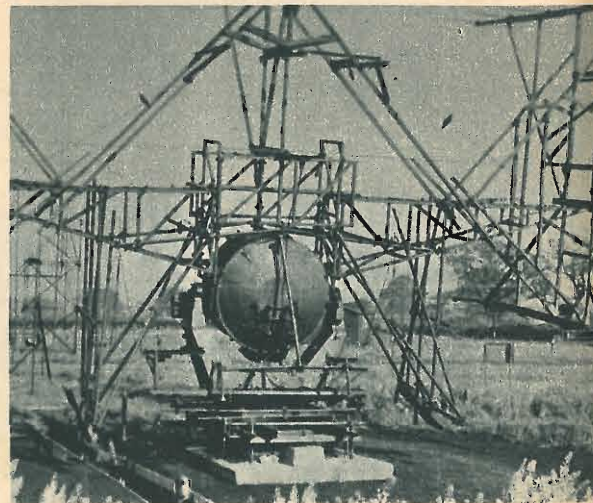
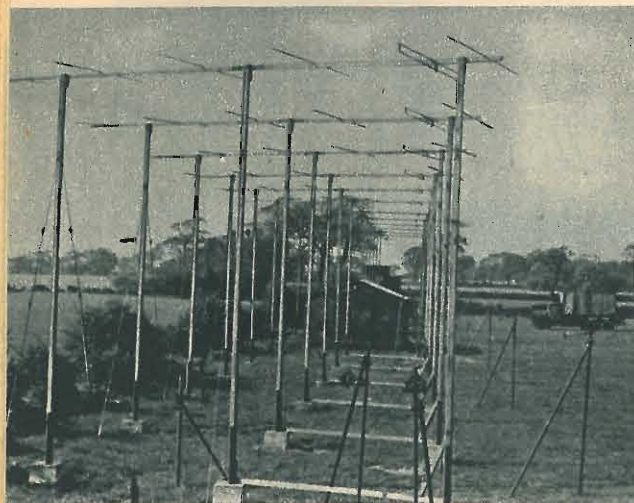
In occasione della citata pioggia delle Giacobinidi nel 1946, il sistema radioelettrico ha preso realmente e decisamente il suo slancio.

Lo studio radioelettrico delle meteore è inoltre molto importante perchè è indipendente dalla nuvolosità del cielo e dalla luce solare. Le ricerche diurne sono poi di interesse ancora maggiore poichè danno informazioni sopra gli sciami cometari che cadono dalla parte della superfi-

cie terrestre illuminata e di cui prima non si aveva conoscenza alcuna. In questo modo nel maggio-agosto 1947 è stato scoperto uno sciame diurno avente il radiante nella costellazione dei Pesci, sciame che si è dimostrato senza precedenti per estensione e durata. Le osservazioni rinnovate nel 1948 hanno mostrato trattarsi di un fenomeno ricorrente.

Dal 1946 in poi questo nuovo metodo ha permesso di realizzare numerose osservazioni con regolarità e precisione. Durante il 1948 lo si è adottato per studiare la maggior parte degli sciami conosciuti e per confrontare le nuove osservazioni con le precedenti. La distribuzione di quota dei punti di apparizione e di scomparsa delle meteore ottenuta col radar è perfettamente d'accordo con le precedenti osservazioni visuali. Le osservazioni col radar hanno consentito altresì di misurare la velocità di alcune meteore, elemento questo, importante e, come abbiamo visto, difficile a determinare: le registrazioni permettono infatti d'individuare con esattezza la posizione di una meteora in funzione del tempo e quindi di calcolare la sua velocità.

Il radar, che permette di emettere e di ricevere onde corte in un fascio molto stretto, ci consente scoprire il passaggio delle meteore. Parecchie meteore che sono tuttavia invisibili ad occhio nudo danno echi sensibili e di conseguenza vengono molto facilmente individuate dagli apparecchi radar.



I CLIMI INFLUISCONO SULLE MALATTIE

La salute dell'uomo e degli animali dipende strettamente dai fattori climatologici.

Per esempio i venti moderati stimolano l'ampiezza dei movimenti respiratori che i venti forti, invece, diminuiscono. I venti settentrionali possono provocare, nei tubercolosi, emottisi e accessi febbrili. Quelli meridionali disidratano i tessuti dei lattanti (fenomeno che si avvicina a quello del riscaldamento per i vegetali).

Oltre alla sua ben nota azione sulle vie respiratorie, il freddo provoca indubbiamente una modificazione colloidale dei tessuti, che avrebbe per conseguenza una diminuzione nella resistenza normale delle mucose alla penetrazione delle infezioni bacillari.

I grandi calori agiscono sul sistema nervoso.

Il caldo umido è causa di disturbi vascolari ed epatici.

Il freddo umido predispone ai reumatismi ed alle tracheobronchiti.

Come regola generale, le precipitazioni purificano l'aria. Esse possono però contaminare il suolo (tifoidee) e sono dannose ai bambini. Nelle città, sono molto pericolose le nebbie: esse infatti sono costituite da corpuscoli di natura chimica (pulviscolo urbano, prodotti tossici) intorno a cui si condensano le gocce d'acqua. Queste goccioline infette non vengono fermate, come la polvere, dal muco o dalle ciglia e quindi penetrano facilmente nei bronchi.