

## ***Le Comete più Famose***

### ***Le Comete***

Una cometa è un corpo celeste relativamente piccolo, simile a un asteroide composto da gas ghiacciati; acqua, metano, ammoniaca, anidride carbonica, frammenti di rocce e metalli. Nel sistema solare, le orbite delle comete si estendono oltre quella di Plutone. Le comete che entrano nel sistema interno, e si rendono quindi visibili dalla Terra sono frequentemente caratterizzate da orbite ellittiche. Sono composte per la maggior parte di sostanze volatili ghiacciate, come biossido di carbonio, metano e acqua, mescolate con aggregati di polvere e vari minerali. La sublimazione delle sostanze volatili quando la cometa è in prossimità del Sole causa la formazione della chioma e della coda. Si pensa che le comete siano dei residui rimasti dalla condensazione della nebulosa da cui si formò il Sistema Solare: le zone periferiche di tale nebulosa sarebbero state abbastanza fredde da permettere all'acqua di trovarsi in forma solida invece che come gas. È sbagliato descrivere le comete come asteroidi circondati da ghiaccio: i bordi esterni del disco di accrescimento della nebulosa erano così freddi che i corpi in via di formazione non subirono la differenziazione sperimentata da corpi in orbite più vicine al Sole.

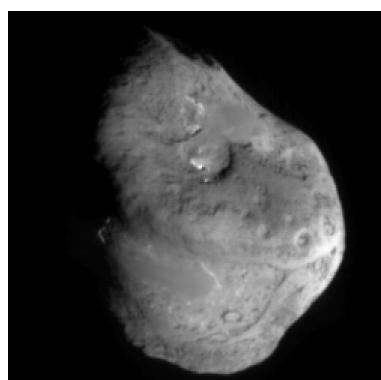
#### ***Origine del Nome***

Il termine cometa viene dal greco κομήτης kométes, che significa chiamato, dotato di chioma, a sua volta derivato da κόμη, kóme, cioè chioma, capelli, in quanto gli antichi paragonavano la coda di questi corpi celesti a una lunga capigliatura.

#### ***Caratteristiche Fisiche***

##### ***Nucleo***

I nuclei cometari possono variare in dimensione dalle centinaia di metri fino a cinquanta e più chilometri e sono composti da roccia, polvere e ghiacci d'acqua e di altre sostanze, comunemente presenti sulla Terra allo stato gassoso, quali monossido di carbonio, anidride carbonica, metano e ammoniaca. Sono spesso chiamate palle di neve sporca, soprannome dato da Fred Whipple, creatore della teoria cometaria oggi più in voga, sebbene osservazioni recenti hanno rivelato forme irregolari e superfici secche di polveri o rocce, rendendo necessario ipotizzare i ghiacci sotto la crosta. Le comete sono composte inoltre da una varietà di composti organici: oltre ai gas già menzionati, sono presenti metanolo, acido cianidrico, formaldeide, etanolo ed etano e anche, forse, composti chimici dalle molecole più complesse come lunghe catene di idrocarburi e aminoacidi. Contrariamente a quanto si possa pensare, i nuclei cometari sono tra gli oggetti del Sistema solare più scuri conosciuti: alcuni sono più neri del carbone. La sonda Giotto scoprì che il nucleo della Cometa di Halley riflette circa il 4% della luce con cui viene illuminato, e la sonda Deep Space 1 scoprì che la superficie della cometa Borrelly riflette una percentuale tra il 2,4% e il 3%. Per confronto, il normale asfalto stradale riflette il 7% della luce incidente. Nel Sistema solare esterno le comete rimangono in uno stato congelato ed è estremamente difficile o impossibile rilevarle dalla Terra a causa delle loro ridotte dimensioni. Sono state riportate rilevazioni statistiche da parte del Telescopio spaziale Hubble di nuclei cometari non attivi nella fascia di Kuiper, sebbene le identificazioni siano state messe in discussione, e non abbiano ancora ricevuto delle conferme.



**Immagine del nucleo della Cometa Tempel 1 ripresa dal proiettile della Deep Impact. Il nucleo raggiunge circa i 6 km di diametro.**

### **Chioma e Coda**

Quando una cometa si avvicina al Sistema solare interno, il calore del Sole fa sublimare i suoi strati di ghiaccio più esterni. Le correnti di polvere e gas prodotte formano una grande, ma rarefatta atmosfera attorno al nucleo, chiamata chioma, mentre la forza esercitata sulla chioma dalla pressione di radiazione del Sole, e soprattutto dal vento solare, conducono alla formazione di un'enorme coda che punta in direzione opposta al Sole. Chioma e coda risplendono sia per riflessione diretta della luce incidente, sia in conseguenza della ionizzazione dei gas per effetto del vento solare. Sebbene la maggior parte delle comete sia troppo debole per essere osservata senza l'ausilio di un binocolo o di un telescopio, ogni decennio alcune diventano ben visibili a occhio nudo. Occasionalmente una cometa può sperimentare un'enorme e improvvisa esplosione di gas e polveri, indicata comunemente con il termine inglese **outburst**. Nella fase espansiva seguente la chioma può raggiungere dimensioni raggardevoli. Nel novembre del 2007 per la chioma della Cometa Holmes è stato stimato un diametro di 1,4 milioni di chilometri, pari a quello del Sole. Per un brevissimo periodo, la cometa ha posseduto l'atmosfera più estesa del Sistema solare. Spesso polveri e gas formano due code distinte, che puntano in direzioni leggermente differenti: la polvere, più pesante, rimane indietro rispetto al nucleo e forma spesso una coda incurvata, che si mantiene sull'orbita della cometa; il gas, più sensibile al vento solare, forma una coda diritta, in direzione opposta al Sole, seguendo le linee del campo magnetico locale piuttosto che traiettorie orbitali. Viste prospettiche dalla Terra possono determinare configurazioni in cui le due code si sviluppano in direzioni opposte rispetto al nucleo; oppure in cui la coda di polveri, più estesa, appare a entrambi i lati di esso. In questo caso, si dice che la cometa possiede una coda e un'anti-coda. Un esempio recente ne è stata la Cometa Lulin. Mentre il nucleo è generalmente inferiore ai 50 km di diametro, la chioma può superare le dimensioni del Sole e sono state osservate code ioniche di estensione superiore a 1 UA 150 milioni di chilometri circa. È stato proprio grazie all'osservazione della coda di una cometa, disposta in direzione opposta al Sole, che Ludwig Biermann ha contribuito significativamente alla scoperta del vento solare. Sono comunque estremamente tenui, tanto che è possibile vedere le stelle attraverso di esse. La coda ionica si forma per effetto fotoelettrico, come risultato dell'azione della radiazione solare ultravioletta incidente sulla chioma. La radiazione incidente è sufficientemente energetica da superare l'energia di ionizzazione richiesta dalle particelle degli strati superiori della chioma, che vengono trasformate così in ioni. Il processo conduce alla formazione di una nuvola di particelle caricate positivamente intorno alla cometa che determina la formazione di una magnetosfera indotta, che costituisce un ostacolo per il moto del vento solare. Poiché inoltre la velocità relativa tra il vento solare e la cometa è supersonica, a monte della cometa e nella direzione di flusso del vento solare si forma un **bow shock**, nel quale si raggruppa un'elevata concentrazione degli ioni cometari chiamati *pick up ions*. Il vento solare ne risulta arricchito di plasma in modo che le linee di campo drappeggiano attorno alla cometa formando la coda ionica. Se l'intensità del vento solare aumenta a un livello sufficiente, le linee del campo magnetico a esso associato si stringono attorno alla cometa e a una certa distanza lungo la coda, oltrepassata la chioma, si verifica la riconnessione magnetica. Ciò conduce a un evento di disconnessione della coda: la coda perde la propria continuità si spezza e la porzione oltre la disconnessione si disperde nello spazio. Sono state osservate diverse occorrenze di tali eventi. Degna di nota è la disconnessione della coda della Cometa Encke avvenuta il 20 aprile del 2007, quando la cometa è stata investita da un'espulsione di massa coronale. L'osservatorio orbitante solare STEREO-A registrò alcune immagini dell'evento, che, montate a costituire una sequenza, sono visibili qui a lato. L'osservazione della Cometa Hyakutake nel 1996 ha condotto alla scoperta che le comete emettono raggi X. La scoperta destò sorpresa tra gli astronomi, che non avevano previsto che le comete potessero emetterne. Si ritiene che i raggi X siano prodotti dall'interazione tra le comete e il vento solare: quando ioni con carica elevata attraversano un'atmosfera cometaria, collidono con gli atomi e le molecole che la compongono. Nella collisione, gli ioni catturano uno o più elettroni emettendo nello stesso tempo raggi X e fotoni nel lontano ultravioletto.



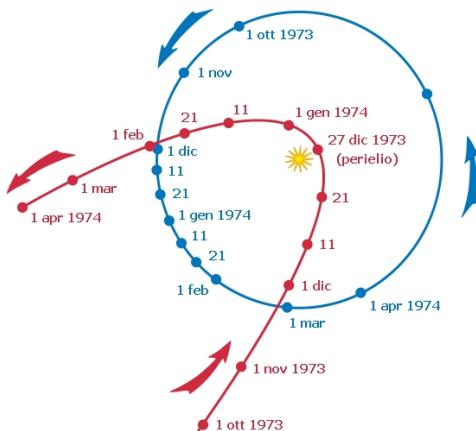
La Cometa Holmes nel 2007. Sulla destra nell'immagine è visibile la caratteristica coda ionica, di colore azzurro.

### Caratteristiche Orbitali

La maggior parte delle comete seguono orbite ellittiche molto allungate che le portano ad avvicinarsi al Sole per brevi periodi e a permanere nelle zone più lontane del Sistema solare per la restante parte. Le comete sono usualmente classificate in base alla lunghezza del loro periodo orbitale.

- Sono definite comete di corto periodo quelle che hanno un periodo orbitale inferiore a 200 anni. La maggior parte di esse percorre orbite che giacciono in prossimità del piano dell'eclittica, con lo stesso verso di percorrenza dei pianeti. Tali orbite sono generalmente caratterizzate da un afelio posto nella regione dei pianeti esterni dall'orbita di Giove in poi. Per esempio, l'afelio dell'orbita della Cometa di Halley si trova poco oltre l'orbita di Nettuno. All'estremo opposto, la Cometa Encke percorre un'orbita che non la porta mai a oltrepassare quella di Giove. Le comete periodiche sono a loro volta suddivise nella famiglia cometaria di Giove, comete con periodo inferiore ai 20 anni e nella famiglia cometaria di Halley, comete con periodo compreso tra i 20 e i 200 anni.
- Le comete di lungo periodo percorrono orbite con elevate eccentricità e con periodi compresi tra 200 e migliaia o anche milioni di anni. Comunque, per definizione, rimangono gravitazionalmente legate al Sole; non è possibile parlare propriamente di periodo, infatti, in riferimento a quelle comete che sono espulse dal Sistema solare in seguito all'incontro ravvicinato con un pianeta. Le loro orbite sono caratterizzate da afelii posti molto oltre la regione dei pianeti esterni e i piani orbitali presentano una grande varietà di inclinazioni rispetto al piano dell'eclittica.
- Le comete extrasolari in inglese **Single-apparition comets** o comete da una singola apparizione, percorrono orbite paraboliche o iperboliche che le portano a uscire permanentemente dal Sistema solare dopo esser passate una volta in prossimità del Sole.
- Alcune fonti utilizzano la locuzione *cometa periodica* per riferirsi a ogni cometa che percorra un'orbita chiusa, cioè, tutte le comete di corto periodo e quelle di lungo periodo, mentre altre la utilizzano esclusivamente per le comete di corto periodo. Similmente, sebbene il significato letterale di, cometa non periodica, sia lo stesso di cometa da una singola apparizione, alcuni lo utilizzano per riferirsi a tutte le comete che non sono periodiche nella seconda accezione del termine cioè, includendo tutte le comete con un periodo superiore a 200 anni.
- Comete recentemente scoperte nella fascia principale degli asteroidi, cioè corpi appartenenti alla fascia principale che manifestano attività cometaria durante una parte della loro orbita percorrono orbite semi-circolari e sono state classificate a loro stanti.
- Esistono infine le comete radenti in inglese **sun-grazing**, ovvero che sfiorano il Sole, dal perielio così vicino al Sole che ne sfiorano letteralmente la superficie. Esse hanno breve vita, perché l'intensa radiazione solare le fa evaporare in pochissimo tempo. Sono, inoltre, difficili da osservare, a causa dell'intensa luce solare molto vicina: per osservarle occorre usare strumenti speciali come un coronografo, usare un filtro a banda molto stretta, osservarle durante un'eclissi totale di Sole, o tramite un satellite.

Da considerazioni sulle caratteristiche orbitali, si ritiene che le comete di corto periodo decine o centinaia di anni provengano dalla fascia di Kuiper o dal disco diffuso - un disco di oggetti nella regione transnettuniana - mentre si ritiene che il serbatoio delle comete a lungo periodo sia la ben più distante nube di Oort una distribuzione sferica di oggetti che costituisce il confine del Sistema solare, la cui esistenza è stata ipotizzata dall'astronomo olandese Jan Oort. È stato ipotizzato che in tali regioni distanti, un gran numero di comete orbiti intorno al Sole su orbite quasi circolari. Occasionalmente l'influenza gravitazionale dei pianeti esterni, nel caso degli oggetti presenti nella fascia di Kuiper o delle stelle vicine nel caso di quelli presenti nella nube di Oort, sposta uno di questi oggetti su un'orbita altamente ellittica che lo porta a tuffarsi verso le regioni interne del Sistema solare, dove appare come una vistosa cometa. Altre teorie ipotizzate nel passato prevedevano l'esistenza di una compagna sconosciuta del Sole chiamata Nemesi, o un ipotetico Pianeta X. A differenza del ritorno delle comete periodiche le cui orbite sono state determinate durante i transiti precedenti, non è predicibile la comparsa di una nuova cometa tramite questo meccanismo. Poiché le orbite percorse portano le comete in prossimità dei giganti gassosi, esse sono soggette a ulteriori perturbazioni gravitazionali. Le comete di corto periodo mostrano la tendenza di regolarizzare il proprio afelio e portarlo a coincidere con il raggio orbitale di uno dei pianeti giganti; un chiaro esempio di questo fenomeno è l'esistenza della famiglia cometaria di Giove. È chiaro inoltre che anche le orbite delle comete provenienti dalla nube di Oort possono essere fortemente alterate dall'incontro con un gigante gassoso. Giove è la principale fonte di perturbazioni, possedendo una massa quasi doppia rispetto a tutti gli altri pianeti messi assieme, oltre al fatto che è anche il pianeta gigante che completa la propria orbita più rapidamente. Queste perturbazioni possono trasferire a volte comete di lungo periodo su orbite con periodi orbitali più brevi, la Cometa di Halley ne è un esempio. È interessante osservare che l'orbita che viene determinata per una cometa è un'orbita osculatrice, che non tiene conto delle perturbazioni gravitazionali e non a cui può essere soggetta la cometa. Un esempio ne è il fatto che le orbite delle comete di corto periodo rivelano piccole variazioni dei parametri orbitali a ogni transito. Ancora più significativo è quanto accade per le comete di lungo periodo. Per molte di esse viene calcolata un'orbita parabolica o iperbolica considerando la massa del Sole concentrata nel suo centro; se però l'orbita viene calcolata quando la cometa è oltre l'orbita di Nettuno e assegnando all'attrattore principale la massa presente nelle regioni più interne del Sistema solare concentrata nel centro di massa del Sistema solare, prevalentemente del sistema composto dal Sole e da Giove, allora la stessa orbita risulta ellittica. La maggior parte delle comete paraboliche e iperboliche appartiene quindi al Sistema solare. Una cometa proveniente dallo spazio interstellare dovrebbe invece essere identificabile da un valore dell'energia orbitale specifica nettamente positivo, corrispondente a una velocità di attraversamento del Sistema solare interno di poche decine di km/s. Una stima approssimativa del numero di tali comete potrebbe essere di quattro per secolo. Alcune comete periodiche scoperte nel secolo scorso sono perdute. Per alcune di esse, le osservazioni non permisero di determinare un'orbita con la precisione necessaria a predirne il ritorno. Di altre, invece, è stata osservata la frantumazione del nucleo. Quello che può essere stato il loro destino sarà descritto in una sezione successiva. Tuttavia, occasionalmente una nuova cometa scoperta presenta parametri orbitali compatibili con una cometa perduta. Esempi ne sono le comete 11P/Tempel-Swift-LINEAR, scoperta nel 1869, perduta dopo il 1908 in seguito a un incontro ravvicinato con Giove e riscoperta nel 2001 nell'ambito del programma automatizzato per la ricerca di asteroidi LINEAR del Lincoln Laboratory, e la 206P/Barnard-Boattini, scoperta nel 1892 grazie all'utilizzo della fotografia, perduta per più di un secolo e riscoperta nel 2008 dall'astronomo italiano Andrea Boattini.



**Orbite della Cometa Kohoutek in rosso e della Terra in blu.** Per evidenziare la rapidità del moto della cometa sono indicate alcune posizioni assunte dai due corpi nel periodo tra il 1º ottobre 1973 e il 1º aprile 1974. Si notino anche le differenti eccentricità delle due orbite.

### Morte delle Comete

Le comete hanno vita relativamente breve. I ripetuti passaggi vicino al Sole le spogliano progressivamente degli elementi volatili, fino a che la coda non si può più formare, e rimane solo il materiale roccioso. Se questo non è abbastanza legato, la cometa può semplicemente svanire in una nuvola di polveri. Se invece il nucleo roccioso è consistente, la cometa è adesso diventata un asteroide inerte, che non subirà più cambiamenti. La frammentazione delle comete può essere attribuita essenzialmente a tre effetti: all'urto con un meteorite, a effetti mareali di un corpo maggiore, quale conseguenza dello shock termico derivante da un repentino riscaldamento del nucleo cometario. Spesso episodi di frantumazione seguono fasi di intensa attività della cometa, indicate col termine inglese **outburst**. La frammentazione può comportare un aumento della superficie esposta al Sole e può risolversi in un rapido processo di disaggregazione della cometa. L'osservazione della frammentazione del nucleo della cometa periodica Schwassmann-Wachmann 3 ha permesso di raccogliere nuovi dati su questo fenomeno. Alcune comete possono subire una fine più violenta: cadere nel Sole oppure entrare in collisione con un pianeta, durante le loro innumerevoli orbite che percorrono il Sistema solare in lungo e in largo. Le collisioni tra pianeti e comete sono piuttosto frequenti su scala astronomica: la Terra incontrò una piccola cometa nel 1908, che esplose nella taiga siberiana causando l'evento di Tunguska, che rase al suolo migliaia di chilometri quadrati di foresta. Nel 1910 la Terra passò attraverso la coda della Cometa di Halley, ma le code sono talmente immateriali che il nostro pianeta non subì il minimo effetto. Tra la seconda metà degli anni sessanta e i primi anni settanta la cometa Shoemaker-Levy 9 passò troppo vicino a Giove e rimase catturata dalla gravità del pianeta. Le forze di marea causate dalla gravità spezzarono il nucleo in una decina di pezzi, i quali poi bombardarono il pianeta nel 1994 offrendo viste spettacolari ai telescopi di mezzo mondo, da tempo in allerta per seguire l'evento. Divenne immediatamente chiaro il significato di strane formazioni che si trovano sulla Luna e su altri corpi rocciosi del Sistema solare: catene di piccoli crateri, posti in linea retta uno dopo l'altro. È evidente che una cometa passò troppo vicino al nostro pianeta, ne rimase spezzata, e andò a finire contro la Luna causando la catena di crateri. La collisione di una grossa cometa con la Terra sarebbe un disastro immane se avvenisse vicino a una grande città, perché causerebbe sicuramente migliaia, se non milioni di morti. Fortunatamente, seppur frequenti su scala astronomica, tali eventi sono molto rari su scala umana, e i luoghi densamente abitati della Terra sono ancora molto pochi rispetto alle vaste aree disabitate o coperte dai mari.

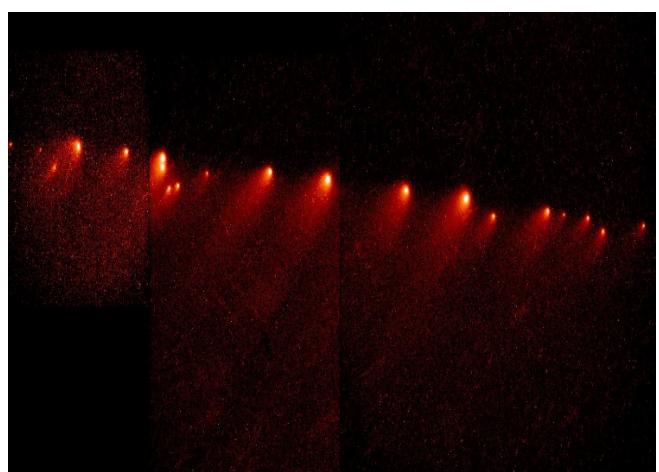
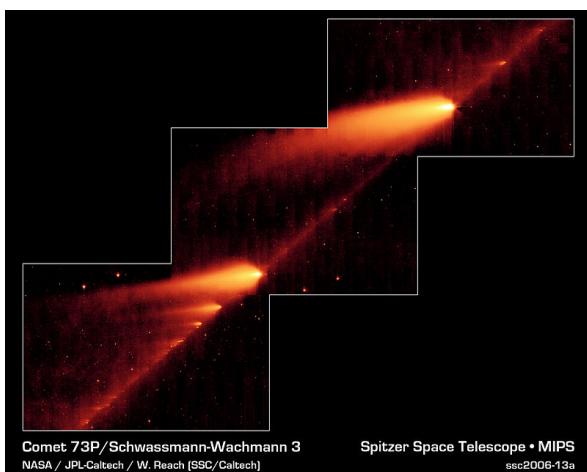


Immagine della cometa Schwassmann-Wachmann 3  
raccolta dal Telescopio spaziale Spitzer  
tra il 4 e il 6 maggio 2006

I frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9

## **Origini degli sciami meteorici**

Il nucleo di ogni cometa perde continuamente materia, che va a formare la coda. La parte più pesante di questo materiale non è spinta via dal vento solare, ma resta su un'orbita simile a quella originaria. Col tempo, l'orbita descritta dalla cometa si riempie di sciami di particelle piccolissime, ma molto numerose, e raggruppate in nubi che hanno origine in corrispondenza di un periodo di attività del nucleo. Quando la Terra incrocia l'orbita di una cometa in corrispondenza di una nube, il risultato è uno sciame di stelle cadenti, come le famose lacrime di San Lorenzo il 10 agosto, o numerosi sciami più piccoli e meno conosciuti. A volte le nubi sono densissime: la Terra incrocia, ogni 33 anni, la parte più densa della nube delle Leonidi, derivanti dalla cometa 55P/Tempel-Tuttle. Nel 1833 e nel 1966 le Leonidi diedero luogo a piogge, con conteggi superiori alle dieci meteore al secondo, gli sciami del 1899 e del 1933 non sono stati altrettanto prolifici.

## **Denominazione**

Negli ultimi due secoli, sono state adottate diverse convenzioni tra loro differenti per la nomenclatura delle comete. Prima che fosse adottata la prima di esse, le comete venivano identificate con una grande varietà di nominativi. Precedentemente ai primi anni del XX secolo, ci si riferiva alla maggior parte delle comete con l'anno in cui erano apparse, a volte con aggettivi addizionali per le comete particolarmente brillanti; ad esempio, la Grande Cometa del 1680 o Cometa di Kirch, la Grande Cometa del settembre del 1882, e la Cometa Daylight del 1910, Grande Cometa Diurna del 1910 - a indicare che la cometa era stata visibile anche di giorno. Dopo che Edmund Halley ebbe dimostrato che le comete del 1531, 1607 e 1682 erano lo stesso oggetto celeste e ne predisse correttamente il ritorno nel 1759, quella cometa divenne nota come la Cometa di Halley. Similmente, la seconda e la terza cometa periodica conosciuta, la Cometa Encke e la Cometa Biela, furono nominate dal cognome degli astronomi che ne calcolarono l'orbita, piuttosto che da quello dei loro scopritori. Successivamente, le comete periodiche saranno nominate abitualmente dal nome degli scopritori, ma si continuerà a riferirsi soltanto con l'anno alle comete che appaiono solo una volta. In particolare, divenne usanza comune nominare le comete dagli scopritori nei primi anni del XX secolo e questa convenzione è adottata anche oggi. Una cometa può essere nominata dal nome di non più di tre scopritori. In anni recenti, molte comete sono state scoperte da strumenti manovrati da un consistente numero di astronomi e in questi casi le comete possono essere nominate dalla denominazione dello strumento. Per esempio, la Cometa IRAS-Araki-Alcock fu scoperta indipendentemente dal satellite IRAS e dagli astronomi amatoriali Genichi Araki e George Alcock. Nel passato, quando più comete venivano scoperte dallo stesso individuo, o gruppo di individui o squadra di ricerca, le comete venivano distinte aggiungendo un numero al nome dello scopritore, ma solo per le comete periodiche, ad esempio le Comete Shoemaker-Levy 1-9. Oggi che la maggior parte delle comete viene scoperta da alcuni strumenti nel dicembre del 2010, il telescopio orbitante solare SOHO ha scoperto la sua duemillesima cometa, questo sistema è divenuto poco pratico e non è fatto alcun tentativo per assicurare a ogni cometa un nome univoco, composto dalla denominazione dello strumento e dal numero. Invece, è stata adottata una designazione sistematica delle comete per evitare confusione. Fino al 1994 alle comete era assegnata una designazione provvisoria composta dall'anno della scoperta seguito da una lettera minuscola a indicare l'ordine di scoperta nell'anno per esempio, la Cometa 1969i Bennet è stata la 9<sup>a</sup> cometa scoperta nel 1969. Una volta che era stato osservato il passaggio al perielio della cometa e ne era stata calcolata l'orbita con una buona approssimazione, alla cometa veniva assegnata una designazione permanente composta dall'anno del passaggio al perielio e da un numero romano indicante l'ordine di passaggio al perielio nell'anno. Così la Cometa 1969i è diventata la Cometa 1970 II la seconda cometa a esser passata al perielio nel 1970. Aumentando il numero delle comete scoperte, questa procedura divenne scomoda e nel 1994 l'Unione Astronomica Internazionale ha adottato una nuova nomenclatura. Adesso, al momento della loro scoperta le comete ricevono una sigla composta da C/, dall'anno della scoperta, da una lettera maiuscola dell'alfabeto e un numero; la lettera indica in quale mese e parte del mese prima o seconda metà, è stata scoperta, il numero indica l'ordine progressivo di annuncio della scoperta, durante ogni periodo di mezzo mese; a questa sigla segue il nome dello scopritore. Possono essere attribuiti fino a tre nomi o, se il caso, il nome del programma o del satellite che ha effettuato la scoperta. Negli ultimi anni si è assistito alla scoperta della natura cometaria di numerosi oggetti ritenuti inizialmente di natura asteroidale. Se tale scoperta avviene entro breve tempo dall'individuazione dell'oggetto, viene aggiunta alla sigla asteroidale la parte iniziale della sigla attribuita alle comete periodiche P/; se invece si tratta di

asteroidi scoperti e osservati da anni, all'oggetto viene assegnata una seconda denominazione cometaria e mantiene anche quella asteroidale.

Nella nomenclatura astronomica per le comete, la lettera che precede l'anno indica la natura della cometa e può essere:

- P/ indica una cometa periodica definita a tale scopo come avente un periodo orbitale inferiore ai 200 anni o di cui sono stati osservati almeno due passaggi al perielio;
- C/ indica una cometa non periodica definita come ogni cometa che non è periodica in accordo alla definizione precedente;
- D/ indica una cometa disintegrata o persa;
- X/ indica una cometa per cui non è stata calcolata un'orbita precisa solitamente sono le comete storiche;
- A/ indica un oggetto identificato erroneamente come cometa ma che è in realtà un asteroide.

Quando viene osservato un secondo passaggio al perielio di una cometa identificata come periodica, a essa viene assegnata una nuova denominazione composta da una P/, seguita da un numero progressivo dell'annuncio e dal nome degli scopritori secondo le regole precedentemente indicate. Così la Cometa di Halley, la prima cometa a essere stata individuata come periodica, presenta anche la designazione 1P/1682 Q1. Una cometa non periodica come la Cometa Hale-Bopp ha ricevuto la denominazione C/1995 O1. Le comete mantengono la denominazione asteroidale se l'hanno ricevuta prima che fosse identificata la loro natura cometaria, un esempio ne è la cometa P/2005 YQ<sub>127</sub> LINEAR. Ci sono solo cinque oggetti catalogati sia come asteroidi sia come comete ed essi sono: 2060 Chiron 95P/Chiron, 4015 Wilson-Harrington 107P/Wilson-Harrington, 7968 Elst-Pizarro 133P/Elst-Pizarro, 60558 Echeclus 174P/Echeclus e 118401 LINEAR 176P/LINEAR LINEAR 52.

### **Storia dello Studio delle Comete**

La questione di cosa fossero le comete, se fenomeni atmosferici od oggetti interplanetari, rimase a lungo irrisolta. Gli astronomi si limitavano a registrare la loro apparizione, ma i tentativi di spiegazione erano pure speculazioni. La svolta cominciò nel XVI secolo. In quegli anni, Tycho Brahe provò che dovevano trovarsi oltre l'orbita della Luna, e quindi ben al di fuori dell'atmosfera terrestre. L'apparizione di tre comete nel 1618 portò a una disputa fra Orazio Grassi e Galileo Galilei; per Grassi le comete erano oggetti orbitanti tra la Luna e il Sole, mentre per Galilei le comete erano addensamenti di vapori terrestri. Nel XVII secolo, Edmond Halley usò la teoria della gravitazione, da poco formulata da Isaac Newton, per calcolare l'orbita di alcune comete. Trovò che una di queste tornava periodicamente vicino al Sole ogni 76 o 77 anni. Quando questa predizione fu confermata, Halley era già morto, divenne famosa come la Cometa di Halley, e si trovò che era stata osservata ogni 76 anni fin dal 66. La seconda cometa riconosciuta come periodica fu la Cometa di Encke, nel 1821. Come la Halley, fu chiamata col nome di chi ne calcolò l'orbita, il matematico e fisico tedesco Johann Franz Encke, oggi le comete vengono in genere chiamate col nome dello scopritore. La cometa di Encke ha il periodo più breve conosciuto, poco più di 3 anni, e grazie a questo è anche la cometa della quale si registrano più apparizioni. È anche la prima cometa per la quale si notò che l'orbita era influenzata da forze non gravitazionali vedi più sotto. Anche se adesso è troppo debole per essere osservata a occhio nudo, dev'essere stata molto luminosa qualche migliaio di anni fa, quando la sua superficie non era ancora evaporata. La sua prima apparizione registrata risale tuttavia al 1786. La vera natura delle comete rimase incerta per altri secoli. All'inizio del XIX secolo un altro matematico tedesco, Friedrich Wilhelm Bessel, era sulla strada giusta. Creò una teoria secondo la quale la luminosità di una cometa proveniva dall'evaporazione di un oggetto solido, e che le forze non gravitazionali agenti sulla cometa di Encke fossero il risultato della spinta causata dai jet di materia in evaporazione. Le sue idee furono dimenticate per più di 100 anni fino a quando Fred Lawrence Whipple, all'oscuro del lavoro di Bessel, propose la stessa teoria nel 1950. Divenne presto il modello accettato di cometa e fu in seguito confermato dalla flotta di sonde incluse la sonda Giotto dell'ESA e le sonde Vega 1 e Vega 2 dell'Unione Sovietica che andò incontro alla Cometa di Halley nel 1986, per fotografarne il nucleo e osservare i jet di materiale in evaporazione. La sonda americana Deep Space 1 passò accanto alla Cometa 19P/Borrelly nel 2001 e confermò che le caratteristiche della Cometa di Halley erano simili a quelle di altre comete. La missione Stardust è stata lanciata nel gennaio 1999, e ha incontrato la cometa Wild 2 nel gennaio 2004. Ha raccolto del materiale che è rientrato sulla Terra nel 2006. La

missione Deep Impact è stata lanciata nel febbraio 2005, e ha colpito con un proiettile la cometa Tempel 1 il 4 luglio 2005 alle 5:52 UTC. Il 12 novembre 2014 alle ore 17.02 il lander Philae ha completato con successo l'atterraggio sulla superficie della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko nell'ambito della missione Rosetta, progetto sviluppato dall'Agenzia Spaziale Europea nel 2004 per osservare i fenomeni che avvengono su una cometa nella fase di avvicinamento al periolo.



Cometa C/1995 O1 Hale-Bopp. Si notino le due code: quella blu è di ioni, l'altra di polveri.

### **Portatrici di Vita**

Sette articoli pubblicati sulla rivista Science, Volume 314, Issue 5806, 2006, da un team di scienziati internazionali, tra i quali sette italiani, annunciano la scoperta nei grani di polvere della cometa Wild 2 di lunghe molecole organiche, di ammine precursori di quelle organiche, come il Dna. La sonda Stardust, dopo aver percorso 4,6 miliardi di chilometri in circa sette anni ha catturato un centinaio di grani ognuno piccolo meno di un millimetro. I grani sono stati catturati il 2 gennaio 2004 dalla coda della cometa Wild 2 con una speciale filtro in aerogel, una sostanza porosa dall'aspetto lattiginoso. Gli scienziati autori della scoperta, tra cui Alessandra Rotundi dell'Università Parthenope di Napoli, ritengono che questa scoperta sia la conferma della panspermia, la teoria secondo la quale molecole portate dalle comete siano alla base dell'origine della vita sulla Terra. È una teoria che nacque nei primi anni del Novecento e compatibile con le osservazioni fatte dalla sonda europea Giotto nel 1986 quando si avvicinò alla cometa di Halley. A sostegno di questa ipotesi vengono citati anche i tempi rapidi con la quale sarebbe comparsa la vita sulla Terra. Secondo i cultori di questa teoria la situazione sulla Terra sarebbe mutata radicalmente in poche decine di milioni di anni e tempi così rapidi secondo loro si possono spiegare solo con l'ipotesi che a portare gli ingredienti fondamentali alla vita siano state le comete. Rimane il fatto che nella sezione dedicata alla cometa Wild 2 è riportato che non sono stati osservati carbonati e ciò suggerisce che la polvere della cometa Wild 2 non ha subito alterazione per mezzo di acqua liquida. Ciò rende inspiegabile la presenza di ammina.

### **Nella Storia dell'uomo**

Oltre ad alcune eccezioni la gran parte delle comete erano interpretate dai diversi popoli dell'antichità, appartenenti alle più disparate culture, come portatrici di sventura. La concezione che le comete fossero

presagi nefasti continuò a essere fortemente presente nel medioevo; una testimonianza diretta di ciò la si può trovare nelle centurie di Nostradamus:

(FR)

Mabus plustost alors mourra, viendra,  
De gens et bestes vn horrible defaite,  
Puis tout à coup la vengeance on verra,  
Cent, main, faim quand courra la comete

(IT)

Mabus improvvisamente morirà, e si verificherà,  
D'individui ed animali una terribile strage,  
Quando all'improvviso la vendetta di tutti  
constateranno,  
Cento guai, autorità, sete, carestia si avrà non  
appena la cometa apparirà.

Nostradamus, Century II Q 62

L'esempio più rilevante avvenuto in epoca medievale fu il panico di massa del 1456 generato dalla transizione della cometa di Halley; evento che fu considerato dai popoli dell'epoca come apocalittico. L'idea che le comete in particolare quella di Halley accompagnassero eventi malevoli continuò ad essere presente nella cultura di massa anche agli inizi del XX secolo.

## **Cometa di 19P/Borrelly**



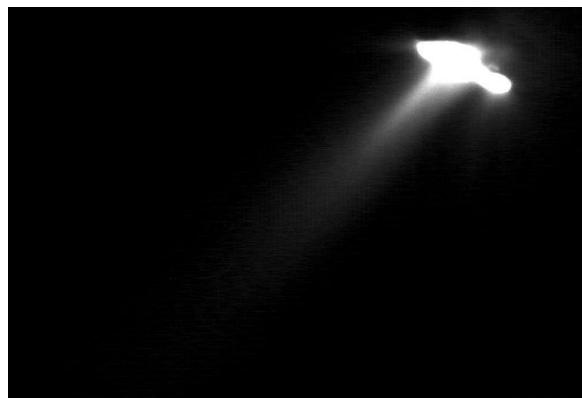
<b>Scoperta</b>	28 dicembre 1904
<b>Scopritore</b>	Alphonse Louis Borrelly
<b>Semiasse maggiore</b>	3,60 UA
<b>Perielio</b>	1,35 UA
<b>Afelio</b>	5,85 UA
<b>Periodo orbitale</b>	6,83 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	30°,37'
<b>Eccentricità</b>	0,625
<b>Longitudine del nodo</b>	74° 25'
<b>Ultimo Perielio</b>	28 maggio 2015
<b>Prossimo Perielio</b>	1° febbraio 2022

<b>Dimensione</b>	4 x 8 km
<b>Magnitudine apparente</b>	7,5 max

La cometa Borrelly, formalmente 19P/Borrelly, è una cometa periodica del Sistema solare, appartenente alla famiglia delle comete gioviane. Fu scoperta da Alphonse Louis Nicolas Borrelly durante una normale ricerca di comete a Marsiglia, il 28 dicembre 1904. È stata analizzata da vicino dalla sonda Deep Space 1. A differenza delle altre comete e secondo i dati inviati dalla sonda, la superficie sarebbe secca e priva di ghiaccio. La cometa ha effettuato diversi passaggi moderatamente ravvicinati con Giove che ne hanno perturbato l'orbita nel corso dei secoli. L'ultimo incontro, previsto per il 14 maggio 2019, è avvenuto ad una distanza di 0,44 UA e ha causato una riduzione della distanza perielica e una riduzione del periodo orbitale. Si prevede che il nuovo valore della distanza al perielio sarà compreso tra le 1,35 e le 1,31 UA, mentre il nuovo valore del periodo orbitale tra i 6,83 ed i 6,57 anni. Una tipicità della cometa Borrelly è l'asimmetria della sua coda, riportata nelle osservazioni storiche e riscontrata anche durante il sorvolo della sonda Deep Space 1.

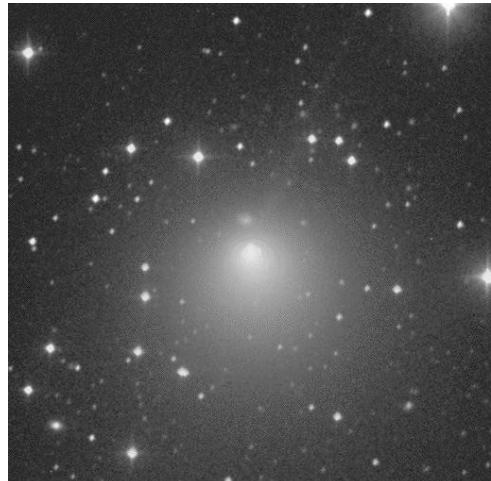
### **Il Fly-by della Sonda Deep Space 1**

Il 21 dicembre 2001 la sonda Deep Space 1, lanciata per testare nuove tecnologie per lo spazio, effettuò un Sorvolo ravvicinato fly-by della cometa Borrelly. Il sorvolo della cometa fu programmato nell'estensione della missione e rappresentò un bonus inaspettato. A dispetto del guasto al sistema di orientamento, Deep Space 1 riuscì a rimandare a terra ciò che all'epoca furono considerate le migliori immagini e dati scientifici riguardanti una cometa. Inoltre, durante l'incontro furono programmate osservazioni della cometa dalla Terra per mezzo del Telescopio spaziale Hubble e di altri strumenti osservativi, anche radar. Le osservazioni ravvicinate rivelarono un nucleo di 8 km di lunghezza, attivo. Le variazioni topografiche e fotometriche misurate hanno permesso di stimare un periodo di rotazione di circa 25 ore. Al momento dell'incontro otto giorni dopo il passaggio al perielio, dal nucleo fuoriusciva un potente getto in direzione del Sole, perpendicolarmente all'asse di rotazione. Il getto principale era accompagnato da due getti più deboli, uno nell'emisfero della cometa in direzione del Sole e l'altro in direzione della coda.



La cometa Borrelly fotografata dalla sonda DS1. Sono visibili i getti di materiale espulso dal nucleo.

### **Cometa 2P/Encke**



<b>Scoperta</b>	1786
<b>Scopritore</b>	Pierre Méchain
<b>Semiasse maggiore</b>	2,22 UA
<b>Perielio</b>	0,34 UA
<b>Afelio</b>	4,1 UA
<b>Periodo orbitale</b>	3,3 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	11° 76'
<b>Eccentricità</b>	0,85
<b>Longitudine del nodo</b>	334° 55'
<b>Ultimo Perielio</b>	26 giugno 2020
<b>Prossimo Perielio</b>	22 ottobre 2023
<b>Dimensione</b>	4,8 km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	4,5 max

La cometa di Encke, formalmente 2P/Encke, è una cometa periodica che prende il nome dall'astronomo Johann Franz Encke, il quale, attraverso laboriosi studi sulla sua orbita e molti calcoli basati sulle sue apparizioni, nel 1786, nel 1795, nel 1808 e nel 1818, riuscì a prevedere la sua comparsa. Nel 1819 egli pubblicò le sue conclusioni nel giornale genovese Correspondance Astronomique, e predisse il suo ritorno nel 1822. Secondo la designazione ufficiale, la cometa di Encke fu la seconda ad essere denominata dopo la Cometa di Halley. Insolito che il nome derivi da chi ne ha calcolato il ritorno e non da chi l'ha scoperta, Pierre Méchain. Sono solo quattro le comete per le quali è stata fatta questa scelta e le altre tre sono: la cometa di Halley, la cometa Crommelin e la cometa Lexell. Alcuni ricercatori ritengono che questa cometa si sia originata da una più grande spaccatasi nell'età del bronzo, che avrebbe provocato la distruzione del territorio situato tra Gaza e Troia; questa ipotesi sarebbe supportata dalla presenza di un presunto cratere meteoritico in Iraq, attualmente riempito dal lago di Umm al Binni. La missione spaziale CONTOUR fu lanciata nel 2002 per studiare questo corpo celeste, ma fallì. La cometa di Encke è ritenuta la fonte di due sciami meteorici, quello delle Tauridi di novembre divise in due sub radianti, ovvero le Tauridi Nord e le Tauridi Sud, visibili da fine ottobre a metà novembre, e quello delle Beta Tauridi, visibili dalla fine di giugno all'inizio di luglio. Questo corpo celeste appartiene alla famiglia delle comete gioviane e ha un diametro del nucleo cometario di 4,8 km.

## Cometa Hyakutake



La cometa ripresa tramite un telescopio amatoriale il 24 marzo 1996.

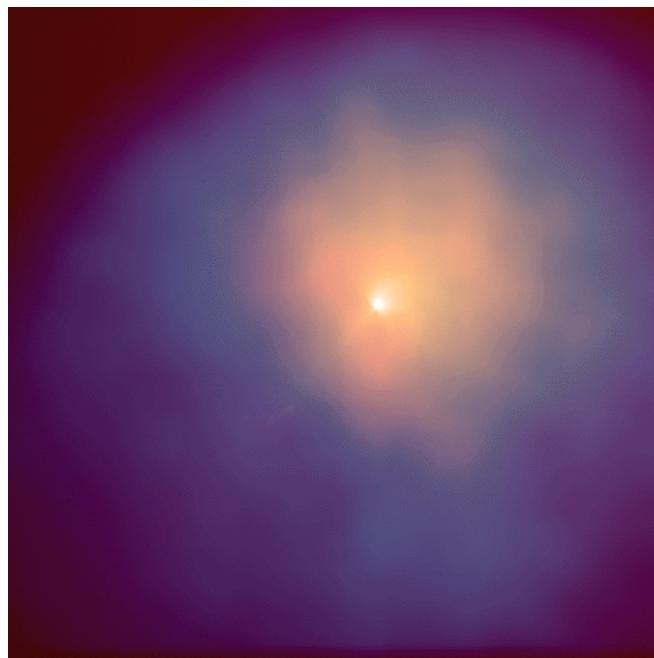
<b>Scoperta</b>	24 marzo 1996
<b>Scopritore</b>	Yuji Hyakutake
<b>Semiasse maggiore</b>	2184,05 UA
<b>Perielio</b>	0,23 UA
<b>Afelio</b>	4367,89 UA
<b>Periodo orbitale</b>	70/114 mila anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	124° 92'
<b>Eccentricità</b>	0,999
<b>Longitudine del nodo</b>	188° 05'
<b>Ultimo Perielio</b>	1° maggio 1996
<b>Prossimo Perielio</b>	72/116 mila anni
<b>Dimensione</b>	2 km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	0 max

La Cometa Hyakutake pronuncia giapponese: [çakutake]; designazione ufficiale C/1996 B2 è una cometa scoperta il 30 gennaio 1996 che è passata molto vicina alla Terra nel marzo dello stesso anno, facendo registrare uno degli avvicinamenti cometari più prossimi al nostro pianeta degli ultimi 200 anni. Sebbene la cometa abbia raggiunto il suo culmine di luminosità solo per pochi giorni, apparve molto luminosa nel cielo notturno e fu vista da un gran numero di persone in tutto il mondo, attirando tra l'altro su di sé l'attenzione dell'opinione pubblica che era stata già risvegliata dall'attesa della promettente cometa Hale-Bopp, che si stava avvicinando in quel periodo al Sistema solare interno. È stata indicata come la Grande Cometa del 1996. Le osservazioni scientifiche della cometa portarono a diverse scoperte notevoli. Tra tutte, la più importante per gli astronomi fu la scoperta di un'emissione di raggi X: era la prima volta che si notavano simili emissioni da parte di un corpo cometario. Si ritiene che l'emissione sia stata causata dall'interazione di particelle ionizzate del vento solare con gli atomi neutri della chioma della cometa. La sonda spaziale Ulysses attraversò la coda della cometa, del tutto inaspettatamente, trovandosi a ben 500 milioni di chilometri dal nucleo, mostrando che la Hyakutake fu la cometa con la più lunga coda finora segnalata. La Hyakutake è una cometa a lungo periodo. Prima del suo passaggio più recente attraverso il Sistema solare, il suo periodo orbitale era di circa 17.000 anni, ma l'influenza gravitazionale dei giganti gassosi l'ha ora aumentato a 100.000 anni.

## **Storia Osservativa**

### **Scoperta**

La cometa fu scoperta il 30 gennaio 1996 da Yuji Hyakutake, un astronomo dilettante del Giappone meridionale. Stava cercando comete da qualche anno e si era trasferito a Kagoshima anche per approfittare dei cieli scuri delle vicine aree rurali. Per scrutare il cielo, nella notte della scoperta, stava utilizzando una serie di potenti binocoli con lenti da sei pollici 125 mm. Hyakutake aveva già scoperto una prima cometa, la C/1995 Y1, poche settimane innanzi; mentre osservava nuovamente l'astro, che non divenne mai visibile ad occhio nudo dalla Terra, notò nel medesimo settore di cielo un'altra cometa, quasi nella stessa posizione della prima. Inizialmente non credette di aver scoperto una nuova cometa, ma riportò ugualmente l'osservazione all'Osservatorio Astronomico Nazionale Giapponese la mattina seguente. Poco più tardi, la scoperta fu confermata da osservatori indipendenti. Al momento della scoperta la cometa era caratterizzata da una magnitudine apparente pari a 11,0, presentava una chioma di 2,5 arco minuti e si trovava a circa 2 unità astronomiche UA dal Sole. A posteriori fu possibile individuare un'immagine della cometa in una fotografia scattata il 1º gennaio precedente, quando l'astro si trovava ancora a 2,4 UA dal Sole, e la sua magnitudine apparente era pari a 13,3.

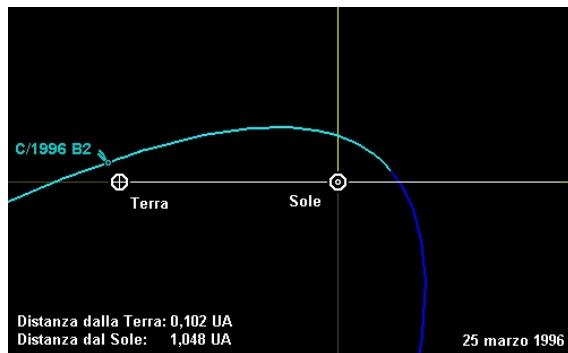


La cometa Hyakutake immortalata dal Telescopio spaziale Hubble il 4 aprile 1996, con un filtro a infrarossi.

### **Le prime Indagini**

Quando vennero eseguiti i primi calcoli sull'orbita della cometa, gli astronomi si resero conto che il 25 marzo l'astro avrebbe sfiorato la Terra, passando a sole 0,1 UA dal nostro pianeta. Solo quattro comete nel secolo precedente erano passate così vicine e, mentre già si discuteva entro la comunità astronomica della cometa Hale-Bopp come della futura grande cometa, la Hyakutake le rubò la scena quando le osservazioni dell'attività del nucleo lasciarono supporre che anch'essa sarebbe potuta diventare altrettanto spettacolare. Le possibilità di diventare brillante erano sostenute inoltre dal fatto che la cometa, in base ai parametri orbitali ricavati, sembrava essere già passata per il Sistema solare attorno al 15.000 a.C.; questo significava che probabilmente l'astro aveva già effettuato dei passaggi vicino al Sole e non proveniva direttamente dalla nube di Oort, che contiene comete con periodi di passaggio di milioni di anni. Le comete che entrano per la prima volta nel sistema solare interno risplendono infatti per un breve periodo, dopo di che lo strato esterno di materiale volatile evapora: è stato il caso della cometa Kohoutek del 1973, che inizialmente venne annunciata come la cometa del secolo, ma arrivò con modesta brillantezza all'appuntamento con gli osservatori. Comete più antiche invece mostrano comportamenti più predicibili e costanti dell'emissione luminosa. Oltre ad avvicinarsi notevolmente alla Terra, il percorso della cometa comportava che sarebbe stata visibile di notte da tutto l'emisfero boreale, nella costellazione del Dragone ed a poca distanza dalla stella Polare. Anche questa era una circostanza

insolita: molte comete si trovano vicino al Sole nel loro massimo momento di brillantezza, e non sono quindi facilmente osservabili nel cielo notturno.



**Immagine di parte dell'orbita della cometa, rappresentata nel punto di massimo avvicinamento alla Terra il 25 marzo 1996.**

### ***Il massimo avvicinamento alla Terra***

La Hyakutake divenne visibile ad occhio nudo all'inizio del marzo 1996. A metà marzo era ancora poco appariscente, avendo appena raggiunto la quarta magnitudine, con una coda lunga 5 gradi nel cielo notturno terrestre. Nel corso dell'avvicinamento divenne rapidamente più brillante, e la coda si allungò. Il 24 marzo la cometa divenne uno dei più brillanti oggetti nel cielo notturno; la sua coda raggiungeva l'impressionante lunghezza di 35 gradi, e mostrava ormai un caratteristico colore blu-verdastro per via dell'emissione di carbonio biatomico C<sub>2</sub>. La cometa raggiunse il massimo avvicinamento alla Terra il 25 marzo, muovendosi così rapidamente da rendere visibile in pochi minuti lo spostamento in confronto allo sfondostellato. Attraversò il cielo percorrendo la distanza apparente di un diametro di luna piena ogni 30 minuti. Gli osservatori stimarono in 0 la sua magnitudine, e la coda arrivò ad occupare 80 gradi. La sua chioma, ormai prossima allo zenit per gli osservatori delle medie latitudini settentrionali, si allargò fino a 1,5-2 gradi, quasi quattro volte il diametro della Luna piena, ed anche ad occhio nudo appariva distintamente verde. Poiché la Hyakutake fu al suo massimo splendore solo per pochi giorni, non ebbe tempo per permeare l'immaginario pubblico come avrebbe fatto la cometa Hale-Bopp l'anno seguente. Molti osservatori europei, in particolare, non poterono osservarla a causa di condizioni meteo sfavorevoli. Tuttavia, molte persone che osservarono entrambe le comete al loro massimo considerarono la Hyakutake più impressionante.



**La cometa nella sera del suo massimo avvicinamento, il 25 marzo 1996.**

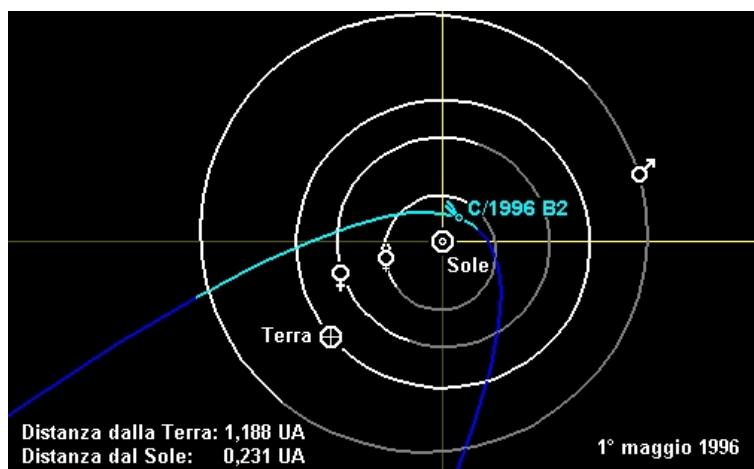
### ***Perielio e allontanamento dal Sole***

Dopo il suo approccio ravvicinato alla Terra, la luminosità della cometa diminuì rapidamente fino alla seconda magnitudine. Raggiunse il perielio il 1º maggio 1996, ritornando brillante e mostrando una coda di polveri, oltre a quella di gas vista durante il passaggio nei pressi del nostro pianeta. A questo punto però era molto vicina al Sole e non più osservabile ad occhio nudo. Fu osservata durante il passaggio del perielio dal telescopio orbitante per l'osservazione solare SOHO. Al perielio, la sua distanza dal Sole era di 0,23 UA, di gran lunga all'interno dell'orbita di Mercurio. Nei giorni seguenti, la luminosità della Hyakutake diminuì rapidamente e per la fine di maggio non poteva più essere osservata ad occhio nudo.

Il suo percorso orbitale la portò rapidamente nei cieli meridionali e venne seguita sempre meno. Il 24 ottobre 1996 presentava una magnitudine di 16,8; l'ultima osservazione risale al 2 novembre dello stesso anno.

### **Studi Orbitali**

La Cometa Hyakutake percorre un'orbita retrograda altamente eccentrica ed inclinata di circa  $125^\circ$  rispetto al piano dell'eclittica. L'afelio è raggiunto a migliaia di unità astronomiche dal Sole, mentre il perielio è interno all'orbita di Mercurio. Per la quasi totalità della sua orbita, la cometa è al di sotto del piano dell'eclittica. Durante il passaggio del 1996, il nodo ascendente è stato attraversato in prossimità dell'orbita di Marte, mentre il nodo discendente pochi giorni dopo il perielio, quando la cometa si trovava ancora ad una distanza dal Sole inferiore rispetto al raggio medio dell'orbita di Mercurio. La Hyakutake era passata nel Sistema solare interno circa diciassettemila anni prima del suo ultimo transito; l'interazione gravitazionale con i giganti gassosi durante il passaggio del 1996 ha modificato la sua orbita, allargandola, per cui il suo ritorno non è previsto prima di circa 72.000 anni. Secondo altre stime, invece, ci sarà da attendere altri 114.000 anni.



Tratto dell'orbita della Cometa Hyakutake compreso entro il Sistema solare interno.

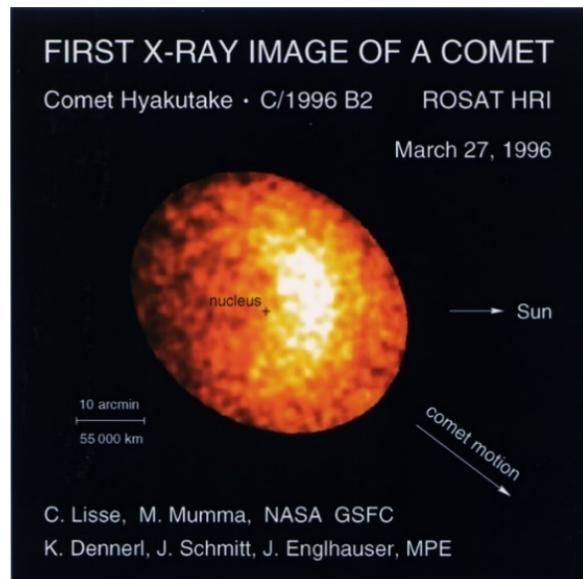
### **Composizione**

Gli osservatori terrestri hanno rilevato nella Hyakutake la presenza di vari composti di carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e zolfo, in particolare l'acqua  $\text{H}_2\text{O}$ , il monossido di carbonio CO, l'anione amminico  $\text{NH}_2^-$ , il cianuro CN, l'acido cianidrico HCN ed il mono solfuro di carbonio CS. Sono state identificate inoltre, per la prima volta in un corpo cometario, tracce di etano  $\text{C}_2\text{H}_6$  e metano  $\text{CH}_4$ . L'analisi chimica ha mostrato che etano e metano erano pressappoco presenti nella stessa proporzione, implicando che si potesse trattare di ghiacci formatisi negli spazi interstellari a grande distanza dal Sole, che avrebbe fatto evaporare le molecole volatili. I ghiacci della Hyakutake devono essersi formati a temperature inferiori ai 20 K, probabilmente in una nube interstellare più densa della norma. La quantità di deuterio nel ghiaccio d'acqua presente sulla cometa è stata determinata attraverso l'analisi spettroscopica. È stato scoperto che il rapporto tra deuterio e idrogeno noto come rapporto D/H era di circa  $3 \times 10^{-4}$ : a titolo di confronto, il rapporto D/H degli oceani terrestri è pari a  $1,5 \times 10^{-4}$ . È stata avanzata l'ipotesi che le collisioni di comete con la Terra possano aver apportato parte dell'acqua degli oceani, ma l'alto rapporto D/H misurato nella Hyakutake, nella Hale-Bopp e nella Cometa di Halley hanno rimesso in discussione questa teoria.

### **Emissione di Raggi X**

Una delle grandi sorprese del passaggio della Hyakutake attraverso il Sistema solare interno è stata la scoperta della forte emissione di raggi X, osservata dal satellite ROSAT. Per la prima volta è stato osservato questo tipo di comportamento in una cometa, ma gli astronomi hanno poi scoperto che quasi ogni cometa sembra emettere raggi X. Le emissioni della Hyakutake furono brillanti ed avevano la forma di una falce intorno al nucleo, con le estremità rivolte sul lato opposto al Sole. Le cause delle emissioni di raggi X sono identificabili in una combinazione di diversi meccanismi. La riflessione dei raggi X

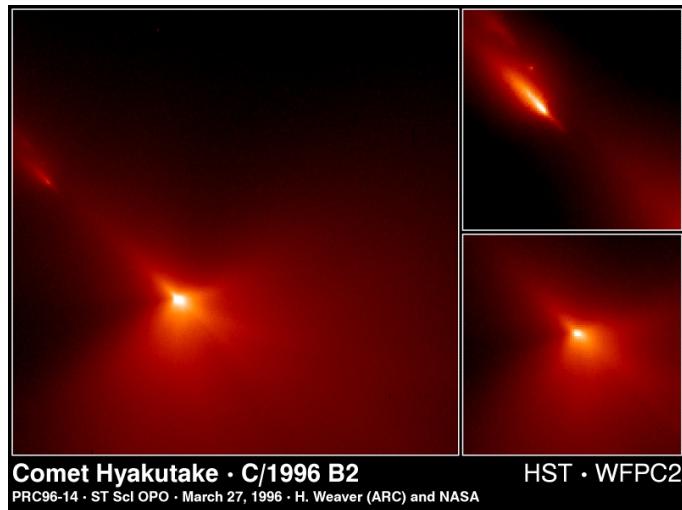
provenienti dal Sole è osservata in altri oggetti del Sistema solare come la Luna, ma anche utilizzando un modello semplificato che prevede la più alta riflettività nei raggi X possibile per molecole e grani di polvere, non è sufficiente a spiegare l'intero flusso proveniente dalla Hyakutake, poiché la chioma della cometa era comunque tenue e diffusa. L'interazione tra il vento solare e il materiale della cometa è stato il principale contribuente al fenomeno. Osservazioni della Cometa C/1999 S4 (LINEAR) con il satellite Chandra nel 2000 determinarono che i raggi X osservati da quella cometa furono prodotti principalmente da collisioni tra ioni di azoto, carbonio ed ossigeno presenti nel vento solare ed atomi neutri, prevalentemente idrogeno, presenti nella chioma cometaria.



Emissioni di raggi X dalla Hyakutake, rilevati dal satellite ROSAT.

### **Dimensioni del Nucleo e attività**

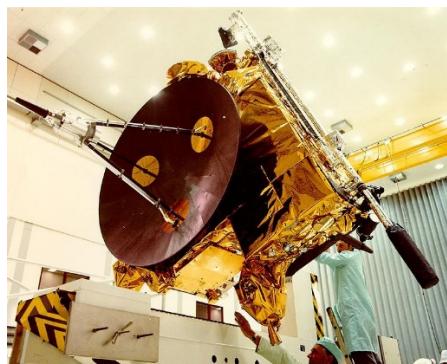
I rilievi radar dell'Osservatorio di Arecibo indicarono che il nucleo della cometa era di circa 2 km di diametro, circondato da una nuvola di elementi di piccole dimensioni espulsi dalla cometa a pochi metri al secondo. Questa misura del nucleo corrisponde bene con quella indiretta stimata dalle emissioni nell'infrarosso e dalle osservazioni radio. La piccola dimensione del nucleo la Cometa di Halley è grande circa 15 km, mentre la Hale-Bopp è di circa 40 km di diametro implica che la Hyakutake è rimasta molto attiva per essere così brillante. Molte comete sono soggette a rilascio di gas solo da una piccola parte della superficie, ma la maggior parte della superficie della Hyakutake sembrava essere attiva. La velocità di produzione delle polveri è stata stimata in circa  $2 \times 10^3$  kg/s all'inizio di marzo, innalzatasi a  $3 \times 10^4$  kg/s con l'avvicinamento al perielio. Nello stesso periodo la velocità di eiezione è aumentata da 50 m/s a 500 m/s. Osservazioni del materiale espulso dal nucleo hanno permesso agli astronomi di stabilirne il periodo di rotazione. Mentre la cometa si avvicinava alla Terra, è stato osservato un grande sbuffo o bolla di materiale espulso in direzione del Sole ogni 6,23 ore. Una seconda espulsione più piccola con lo stesso periodo ha confermato il valore del periodo di rotazione del nucleo.



**La regione intorno al nucleo della Cometa Hyakutake, vista dal Telescopio spaziale Hubble. Si possono vedere alcuni frammenti in corso di distacco.**

### **Esplorazione**

La sonda Ulysses effettuò un passaggio inaspettato e imprevisto attraverso la coda della cometa il 1º maggio 1996. Le prove dell'avvenuto incontro non furono notate fino al 1998, quando alcuni astronomi, analizzando vecchi dati degli strumenti della Ulysses, rilevarono un calo improvviso nel numero di protoni rilevati, unito ad una variazione del campo magnetico locale. Si resero conto che ciò implicava che la sonda aveva attraversato l'area di influenza di un oggetto, probabilmente una cometa, ma non identificarono quale. Due anni dopo, nel 2000, due gruppi di ricerca indipendenti analizzarono i dati dello stesso evento. Un gruppo, mediante magnetometri, stabilì che i cambiamenti del campo magnetico erano compatibili con le deformazioni presenti nella coda di ioni o plasmi di una cometa, e cercarono di individuare possibili sorgenti di interferenza; nessuna cometa nota si trovava in prossimità della sonda, e solo la Hyakutake, che al momento si trovava a circa 500 milioni di km di distanza, aveva incrociato il piano orbitale della Ulysses in tempi recenti, ovvero il 23 aprile 1996. Il vento solare aveva una velocità, in quella posizione, di circa 750 km/s, e avrebbe richiesto otto giorni perché la coda raggiungesse la sonda posta a 3,73 UA, circa 45 gradi al di fuori del piano dell'eclittica. L'orientamento della coda, valutato misurando le interferenze nei rilevamenti del campo magnetico, era compatibile con una sorgente posizionata sul piano orbitale della Hyakutake. Il secondo gruppo di ricerca, lavorando con i dati dello spettrometro sulla composizione degli ioni, scoprì un improvviso picco nei livelli rilevati di particelle ionizzate; anche in questo caso, la relativa abbondanza di elementi chimici rilevati indicava che l'oggetto responsabile era senza dubbio una cometa. Basandosi sull'incontro della Ulysses, la lunghezza della coda della cometa è stata stimata pari ad almeno 570 milioni di km 3,8 UA. Il valore è quasi il doppio del precedente record, segnato dalla Grande Cometa del 1843 C/1843 D1, la cui coda dovrebbe aver raggiunto una lunghezza massima di circa 2,2 UA.



**La sonda Ulysses, che attraversò la coda della cometa il 1º maggio 1996.**

### **La cometa nella Cultura di massa**

L'apparizione della Cometa Hyakutake ricevette notevole attenzione da parte della stampa, e destò un diffuso interesse tra la popolazione. Nei primi articoli pubblicati furono riportate le previsioni degli astronomi, che parlavano di una cometa che sarebbe passata molto vicino alla Terra e che quindi sarebbe stata probabilmente molto luminosa. Anche quando successivamente si comprese che tali previsioni erano fin troppo ottimistiche, lo spazio sui quotidiani non diminuì e si iniziò ad affiancare, alle informazioni sul passaggio della Hyakutake, quelle sul futuro spettacolo che sarebbe stato offerto dalla Cometa Hale-Bopp l'anno successivo. Al giungere del momento del massimo avvicinamento alla Terra, l'attenzione dei quotidiani nazionali si riconcentrò interamente sulla Hyakutake: la cometa che avrebbe fatto registrare il massimo avvicinamento al nostro pianeta dal Quattrocento, la prima cometa visibile dopo vent'anni anche a occhio nudo dopo la cometa West, nel 1976. Il maltempo, tuttavia, impedì l'osservazione del massimo splendore della Cometa Hyakutake in gran parte dell'Italia e del resto d'Europa, ma non determinò un calo dell'interesse sulla cometa; le testate giornalistiche continuarono a segnalare gli sviluppi delle osservazioni scientifiche ed i commenti entusiastici di coloro che erano riusciti a vederla.

La cometa è citata nei film: Il ciclone di Leonardo Pieraccioni. In una scena, i membri della famiglia Quarini scrutano il cielo notturno per vedere la cometa Hyakutake, che passa secondo il film una volta ogni 70.000 anni. I passi dell'amore di Adam Shankman tratto dal romanzo di Nicholas Sparks, in cui il protagonista costruisce un telescopio affinché la propria ragazza, morente di leucemia, possa vedere la cometa.

## **Cometa Hale-Bopp**



<b>Scoperta</b>	23 luglio 1995
<b>Scopritore</b>	A.Hale e T.Bopp
<b>Semiasse maggiore</b>	185,86 UA
<b>Perielio</b>	0,914 UA
<b>Afelio</b>	370,815 UA
<b>Periodo orbitale</b>	2534 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	89° 43'
<b>Eccentricità</b>	0,995
<b>Longitudine del nodo</b>	282° 47'

<i>Ultimo Perielio</i>	1° aprile 1997
<i>Prossimo Perielio</i>	2534 anni
<i>Dimensione</i>	66 km diametro
<i>Magnitudine apparente</i>	-1,2 max

La cometa Hale-Bopp, indicata formalmente con la sigla C/1995 O1 Hale-Bopp, è stata, probabilmente, la cometa più osservata del XX secolo e una delle più luminose mai viste da molti decenni. È stata definita come la Grande Cometa del 1997. Fu visibile a occhio nudo per ben 18 mesi, il doppio della Grande Cometa del 1811 C/1811 F1. Fu scoperta il 23 luglio 1995 quando si trovava ancora molto lontano dal Sole e si ritenne che, passandogli vicino, sarebbe potuta diventare luminosissima. Anche se la luminosità di una qualsiasi cometa è molto difficile da prevedere con un certo grado di accuratezza, quando transitò al perielio il 1º aprile 1997 Hale-Bopp andò oltre le previsioni.

### **Scoperta**

La cometa fu scoperta da due osservatori indipendenti, Alan Hale, astronomo e Thomas Bopp, astrofilo, entrambi statunitensi. Prima della scoperta, Hale trascorse centinaia di ore nella ricerca di una cometa, senza mai trovarne una, ma ad un certo punto mentre stava tracciando traiettorie di comete conosciute dal suo osservatorio in Nuovo Messico, si imbatté in quella a cui avrebbe dato il nome insieme a Bopp: una cometa di 11<sup>a</sup> magnitudine vicino all'ammasso globulare M70, nella costellazione del Sagittario. Prima di segnalare la scoperta, Hale verificò che non vi fossero altri oggetti stellari scoperti di recente vicino a M70, consultando anche gli elenchi delle comete conosciute. Verificato che l'oggetto si stava muovendo rispetto alle stelle fisse, Hale contattò il CBAT, l'ufficio a cui vengono segnalate tutte le scoperte astronomiche. Bopp si trovava vicino a Stanfield in Arizona e stava osservando, con il telescopio di un suo amico, cluster di stelle e galassie, quando per caso si imbatté nella cometa. In un primo momento credette di aver macchiato la lente del telescopio, in quanto gli atlanti stellari non indicavano, in quella regione vicino a M70, la presenza di alcun oggetto conosciuto. La mattina seguente ebbe la conferma che si trattava di una nuova cometa, poi chiamata Hale-Bopp, formalmente denominata C/1995 O1. La scoperta fu annunciata presso l'Unione Astronomica Internazionale con la circolare nº 6187.



**La Grande Cometa del 1997 vista dalla Croazia**

### ***Le prime Indagini***

Ci si rese conto subito che Hale-Bopp non era una cometa ordinaria. Tanto per cominciare, l'enorme distanza alla quale fu scoperta orbitare, a ben 7,2 UA, tra Giove e Saturno. La maggior parte delle comete a questa distanza sono estremamente deboli e non presentano attività particolari, ma Hale-Bopp aveva una chioma già osservabile. Un'immagine presa dall'Osservatorio anglo-australiano nel 1993, mostra a 13 UA dal Sole la cometa Hale-Bopp, non ancora scoperta. A quella distanza la maggior parte delle comete sono ancora invisibili. Per esempio la Cometa di Halley era 50.000 volte più debole. Le analisi indicarono che il suo nucleo aveva un diametro di 50 km, pressappoco tre volte le dimensioni della Cometa di Halley. La sua enorme distanza e la sorprendente attività mostravano chiaramente che la cometa Hale-Bopp avrebbe potuto essere una cometa molto luminosa, nel momento in cui avesse raggiunto il perielio nel 1997. Tuttavia gli scienziati cometari invitavano alla cautela, in quanto la luminosità delle comete è estremamente difficile da prevedere dato che possono essere soggette a improvvise eruzioni, che ne diminuiscono successivamente la luminosità. La C/1973 E1 Kohoutek nel 1973 era stata annunciata come la cometa del secolo ma è risultata alla fine piuttosto insignificante.



Cometa Hale-Bopp, si possono osservare la bianca coda di polveri e la coda blu di gas - marzo 1997

### ***Hale – Bopp divenuta una Grande Cometa***

Hale-Bopp divenne visibile a occhio nudo nell'estate del 1996; anche se il suo tasso di luminosità si ridusse considerevolmente durante l'ultima metà del 1996, gli scienziati erano ancora abbastanza ottimisti sulla possibilità che la cometa avrebbe potuto essere molto luminosa. Nel dicembre 1996 era troppo vicina al Sole per poterla osservare ma, quando nel gennaio 1997 riapparve, era abbastanza luminosa da essere osservabile da tutti, persino nel cielo delle grandi metropoli soggette a inquinamento luminoso. Internet era un fenomeno in forte crescita a quel tempo e molti siti web in tutto il mondo, che seguivano la sua traiettoria, divennero estremamente popolari fornendo giornalmente immagini della cometa. Internet giocò un ruolo importante nel suscitare attorno alla cometa Hale-Bopp un interesse senza precedenti. Nel momento in cui si avvicinò al Sole la sua luminosità raggiunse nel febbraio 1997 la 2° magnitudine mostrando la presenza di due code: la prima formata da gas di colore blu in direzione opposta al Sole, mentre la polvere gialla della seconda curvava tangente la sua orbita vedi foto. Il 9 marzo 1997 un'eclissi solare in Mongolia permise di osservarla persino durante il giorno. Il 5 marzo raggiunse nell'infrarosso la -6a. Nel momento del suo passaggio al perielio, il 1º aprile 1997 la cometa era una visione veramente spettacolare. Risplendeva luminosissima, più di qualsiasi stella del cielo, eccetto Sirio, e le sue code si allungavano di 30-40 gradi nel cielo. Ogni giorno la cometa era visibile poco prima che fosse completamente buio. Nel momento in cui passò al perielio, molto vicina al Sole, la cometa era visibile per tutta la notte agli osservatori dell'emisfero boreale. Per comprendere quanto fosse straordinaria, se fosse passata vicina alla Terra, come la Cometa Hyakutake C/1996 B2 nel 1996, la coda della cometa avrebbe coperto tutta la volta del cielo e sarebbe stata luminosa quanto la luna piena. Tuttavia, anche se il punto più vicino a cui la cometa si è avvicinata alla Terra distava più di un'unità astronomica, 1,315 UA il 22 marzo 1997 una distanza che avrebbe reso già invisibili la maggioranza delle comete, Hale-Bopp copriva con le due code, ancora metà della volta celeste, anche se le parti più distanti erano troppo deboli per essere visibili ad occhio nudo. Al suo apice di massima brillantezza è anche collegato il suicidio di massa avvenuto nel marzo 1997 da parte dei membri della religione ufologica nota come Heaven's Gate.



La cometa Hale-Bopp nell'aprile del 1997, dopo il passaggio al perielio

### ***La Cometa si allontana***

Dopo il suo passaggio al perielio la cometa si mosse verso l'emisfero sud, ponendo fine al meraviglioso spettacolo che fino a quel momento aveva stupefatto tutti gli osservatori. Essendosi allontanata e ormai visibile solo dall'emisfero australe era ora meno appariscente, anche se fu possibile osservarla per tutta l'estate e l'autunno del 1997, man mano che la sua luminosità si andava affievolendo. L'ultima volta che fu possibile vederla ad occhio nudo fu nel dicembre 1997; questo significa che la cometa rimase visibile per 569 giorni o per circa 18 mesi e mezzo. Il record precedente apparteneva alla Grande Cometa del 1811, che fu visibile per circa 9 mesi. Man mano che la cometa si allontanava la sua luminosità si affievoliva, ma era ancora tenuta sotto osservazione dagli astronomi. Nel 2004, la cometa si trovava poco oltre l'orbita di Urano, ad una distanza di circa 21 UA, ma era ancora osservabile con un grande telescopio. Grazie alle osservazioni si è potuto verificare che è ancora possibile distinguere le due caratteristiche code. Gli astronomi si aspettano che la cometa rimanga osservabile con un grande telescopio pressappoco fino al 2020 con una luminosità ridotta alla 30° magnitudine. Da quel momento sarà molto difficile, con le attuali strumentazioni astronomiche, distinguere la cometa dalla moltitudine di stelle e galassie distanti di luminosità.

### ***Cambiamenti Orbitali***

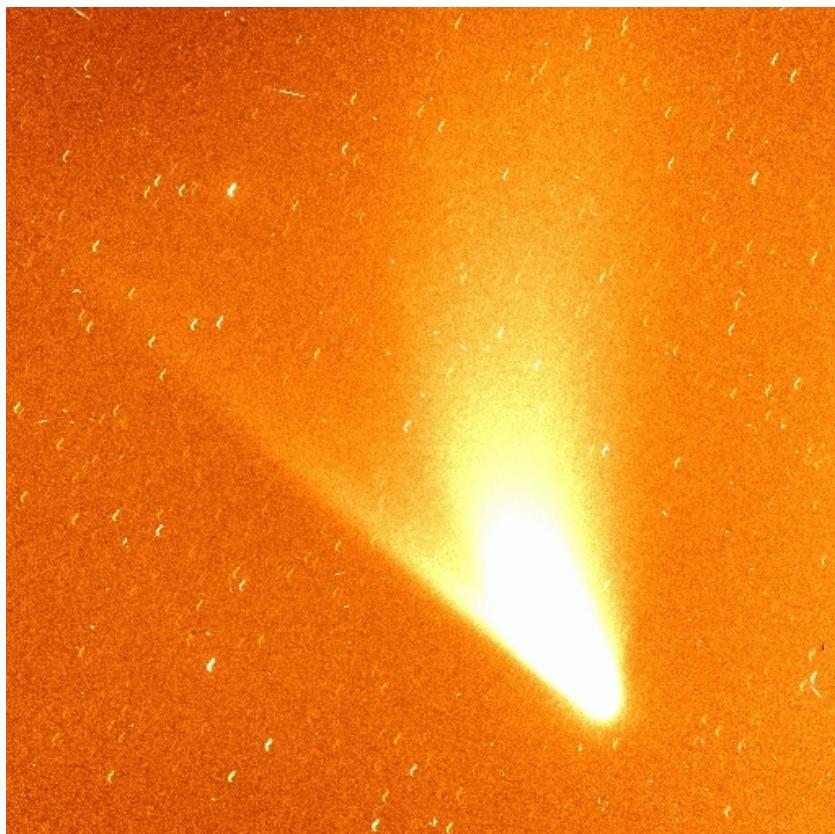
Probabilmente la cometa si è avvicinata per la prima volta al perielio 4.200 anni fa. La sua orbita è quasi perpendicolare al piano dell'eclittica per cui eventuali avvicinamenti ai pianeti del sistema solare sono eventi molto rari. Tuttavia nel marzo 1997 la cometa è passata a poco meno di 0,77 UA da Giove, abbastanza vicino da subire alterazioni dell'orbita a causa della interazione gravitazionale del pianeta. L'orbita della cometa si è considerevolmente ridotta e si suppone che possa ritornare all'interno del sistema solare tra circa 2.380 anni. Attualmente l'afelio della cometa è situato a circa 360 UA, ridotto dai precedenti 525.

## **Risultati Scientifici**

La cometa Hale-Bopp venne intensamente osservata dagli astronomi durante il suo passaggio al perielio e fece fare importanti passi avanti alla scienza cometaria.

### **La coda al Sodio**

Una delle scoperte più importanti è che essa possiede tre code. Inoltre, oltre alle solite emissioni gassose e alle polveri stellari, Hale-Bopp esibisce una debole coda al sodio, visibile solo con particolari strumenti dotati di speciali filtri. Le emissioni di sodio sono state precedentemente osservate anche in altre comete, ma nessuna dalla coda. La coda al sodio consiste in atomi neutri e si estende per 50 milioni di km in lunghezza. La sorgente del sodio sembra nascosta nella chioma interna, anche se qualcosa potrebbe trovarsi nel nucleo. Vi sono diversi possibili meccanismi per generare atomi di sodio, compresa la collisione tra grani di polvere che si trovano attorno al nucleo, e mediante sputtering, ossia emissione di sodio ad intermittenza a causa dell'interazione dei grani di polvere con luce ultravioletta. Tuttavia non si è ancora definito un meccanismo principale responsabile. Mentre la coda formata da polveri segue la traiettoria dell'orbita della cometa, la coda di gas punta direttamente lontano dal sole, mentre la coda di sodio si situa fra queste due. Questo implica che gli atomi di sodio sono allontanati dalla testa della cometa a causa della pressione di radiazione.



**La Cometa Hale-Bopp e la sua coda al sodio neutro la coda si estende alla sinistra del nucleo.**

### **Abbondanza di Deuterio**

La cometa di Hale-Bopp presenta un'insolita abbondanza di deuterio, circa il doppio, sotto forma di acqua pesante rispetto alla quantità riscontrabile negli oceani terrestri. Questo implica che, anche se gli impatti

cometari sono stati una sorgente significativa per spiegare l'acqua presente negli oceani sulla Terra, essi non possono esserne l'unica sorgente, in quanto l'abbondanza di deuterio è tipica di tutte le comete. La presenza di deuterio in molti composti di idrogeno fu individuata anche in altre comete. Gli astronomi credono che il ghiaccio cometario si formò in una nube interstellare piuttosto che in una nebulosa solare. Modelli teorici sulla formazione di ghiaccio in nubi interstellulari suggeriscono che la cometa di Hale-Bopp si è formata a temperature attorno ai 25-46 Kelvin, ossia tra i -248,5 e i -227,15 °C.

### **Specie Organiche**

Osservazioni spettroscopiche hanno rivelato la presenza di molte specie chimiche organiche, tra le quali alcune mai individuate prima in altre comete. Queste complesse molecole possono esistere all'interno dei nuclei cometari, o potrebbero essere la sintesi di reazioni presenti nella chioma.

### **Rotazione**

I gas della cometa non si diffondono uniformemente sopra il nucleo, ma da getti situati in punti specifici. Le osservazioni del flusso di materiale espulso hanno consentito agli astronomi di misurare il periodo di rotazione della cometa in 11h e 46m. Oltre a questa rotazione sono state riscontrate delle variazioni periodiche per diversi giorni; questo potrebbe implicare che la cometa ruoti su più di un asse.

### **È un Satellite?**

Nel 1999, venne pubblicato uno studio che ipotizzava la presenza di un nucleo cometario binario, per spiegare pienamente i modelli di emissione della polvere interstellare. Lo studio era basato su indagini teoriche, prive di osservazioni dirette di un ipotetico satellite, con un diametro di 30 km, un periodo di rivoluzione di tre giorni e distante 180 km da un nucleo principale avente un diametro di 70 km. Lo studio fece discutere gli astronomi, anche se le immagini allora disponibili ad alte risoluzioni prese con il telescopio spaziale Hubble non fornivano tracce di un doppio nucleo. Inoltre, anche se sono state osservate molte comete frantumarsi, in nessun caso è stato individuato un nucleo binario stabile. A causa della piccola massa dei nuclei cometari, l'orbita di un nucleo binario avrebbe potuto essere facilmente distrutta dall'interazione gravitazionale del sole e dei pianeti. Verso la fine del 1997 e durante i primi mesi del 1998, alcune osservazioni con ottiche adattive hanno evidenziato che il nucleo della cometa mostrava un doppio picco di luminosità. Tuttavia vi sono ancora molte controversie al riguardo.

### **L'eredità della Cometa Hale Bopp**

Il suo lungo periodo di visibilità e una grande copertura mediatica, hanno fatto di questa cometa, probabilmente la più osservata in assoluto di tutta la storia, creando un grande impatto nel pubblico, da quando passò nel 1986 la cometa di Halley. La cometa batté molti record: quella scoperta più lontana dal Sole, quella con il nucleo cometario più grande conosciuto, quella che rimase visibile ad occhio nudo per un periodo più che doppio rispetto a quelle precedenti conosciute. Inoltre brillo di magnitudine 0 per otto settimane, più di qualsiasi altra cometa osservata nei cento anni precedenti.



La cometa Hale-Bopp vista da Zabriskie Point, nella Valle della Morte, USA

## **Cometa di Halley**



<b>Scoperta</b>	66 d. C,
<b>Scopritore</b>	Non disponibile
<b>Semiasse maggiore</b>	17,834 UA
<b>Perielio</b>	0,586 UA
<b>Afelia</b>	35,08 UA
<b>Periodo orbitale</b>	76 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	162° 26'
<b>Eccentricità</b>	0,967
<b>Longitudine del nodo</b>	58° 42'
<b>Ultimo Perielio</b>	9 febbraio 1986
<b>Prossimo Perielio</b>	29 luglio 2061
<b>Dimensione</b>	11 km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	-0,7 max

La cometa di Halley, il cui nome ufficiale è 1P/Halley, è la più famosa e brillante delle comete periodiche provenienti dal disco diffuso, le quali passano per le regioni interne del sistema solare ad intervalli di decine di anni, a differenza delle migliaia di anni delle comete provenienti dalla nube di Oort. È così chiamata in onore di Edmond Halley, che per primo ne predisse il ritorno al perielio. La cometa di Halley è il prototipo di comete caratterizzate da periodi orbitali compresi tra i 20 ed i 200 anni ed orbite che possono presentare inclinazioni elevate rispetto al piano dell'eclittica.

### **Prime fonti scritte**

Uno dei primi riferimenti storici possibili è rintracciabile nel testo ebraico Talmud. Qui un passaggio afferma che esiste una stella che appare una volta ogni settanta anni, e rende confusa la volta celeste inducendo in errore i capitani delle navi. Dal momento che quest'affermazione è attribuita al rabbino Joshua ben Hananiah, se davvero fosse un riferimento alla cometa di Halley, si riferirebbe probabilmente al perielio dell'anno 66, unico avvenuto durante la sua vita; esso probabilmente indusse gli israeliti ad una rivolta generalizzata che sfociò nella prima guerra giudaica e nella distruzione del tempio di Gerusalemme il 9 Av del 70 d.C., operata come ritorsione dalle legioni romane dell'imperatore romano Tito Flavio Vespasiano.

### **Epoca scientifica**

Edmond Halley portò degli studi sulla cometa nella sua fase scientifica. Egli si accorse che le caratteristiche della cometa del 1682 erano simili a quelle della cometa apparsa nel 1531 - di cui dà

notizia Pietro Apiano - e nel 1607 - osservata da Giovanni Keplero a Praga. Halley concluse che tutte e tre le comete erano lo stesso oggetto che ritornava visibile agli astronomi ogni 76 anni. Dopo una stima approssimativa delle perturbazioni che la cometa doveva sostenere a causa dell'attrazione dei pianeti, nelle sue *Tabulae Astronomicae* ne predisse il ritorno per la fine del 1758 o per l'inizio del 1759. Halley aveva ragione. La cometa fu vista per la prima volta la notte di Natale del 1758 da Johann Georg Palitzsch e passò al perielio il 13 marzo 1759; l'attrazione di Giove e Saturno causò un ritardo di 618 giorni, come calcolato rigorosamente dal matematico Alexis Clairault prima del ritorno della cometa. Halley però non visse abbastanza per vedere confermati i suoi risultati, morendo nel 1742. I calcoli di Halley permisero di individuare le prime apparizioni della cometa nella documentazione storica:

- *Quando fu osservata nel 1456, passò molto vicino alla Terra; la sua coda si estese su 60° nel cielo, e prese la forma di una scimitarra.*
- *Nel 1066 si pensò fosse un presagio: più tardi quell'anno Aroldo II d'Inghilterra morì nella Battaglia di Hastings. È rappresentata sull'Arazzo di Bayeux, e i resoconti giunti fino a noi la descrivono quattro volte la grandezza luminosa di Venere, e una luce uguale ad un quarto di quello della Luna.*
- *Nell'Adorazione dei Magi di Giotto, un affresco della Cappella degli Scrovegni a Padova, è visibile una stella cometa poggiata sulla capanna dove ha luogo la Natività. Presumibilmente l'idea di dipingere una cometa piuttosto che la classica stella dalla quale si diramano tre punte, simbolo Trinitario, è nata dalla visione della Cometa di Halley al quale lo stesso Giotto avrebbe assistito tra il 1301-1302.*
- *Si è calcolato che la Cometa di Halley passò a sole 0,0342 AU 5.120.000 km. dalla Terra nell'837, quando la sua coda andò quasi da un orizzonte all'altro. Tale avvicinamento è il più stretto degli ultimi 2000 anni.*



Foto del passaggio della cometa di Halley nel 1911.

L'arrivo del 1910 è stato particolarmente rilevante per molte ragioni: non solo è la prima orbita della cometa per cui esistono fotografie, ma è stato anche un passaggio relativamente ravvicinato alla Terra 0,15 AU 22.000.000 km il 20 maggio del 1910, ha creato spettacolari vedute, e la Terra è passata attraverso la sua coda. Il 13 gennaio di quell'anno, Tolstoj scrisse in merito nel Diario:

La cometa sta per catturare la Terra, annientare il mondo, e distruggere tutte le conseguenze materiali della mia attività e delle attività di tutti. Ciò prova che tutte le attività materiali, e le loro presunte conseguenze materiali, sono prive di senso. Solo ha un senso l'attività spirituale.

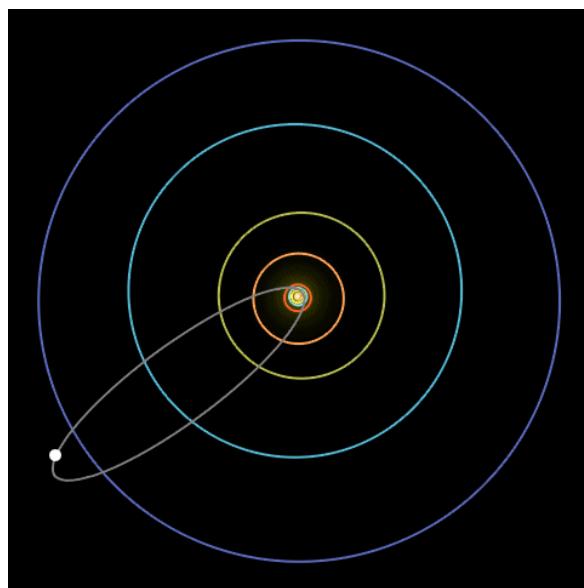
L'incontro del 1986 è stato meno favorevole per le osservazioni: la cometa non ha raggiunto la luminosità degli incontri precedenti, e, con l'aumento dell'inquinamento luminoso dovuto all'urbanizzazione, molte persone non l'hanno vista affatto. Comunque, lo sviluppo del viaggio spaziale ha dato agli scienziati l'opportunità di studiare una cometa da vicino, e molte sonde furono lanciate con tale obiettivo. La più spettacolare è stata la sonda Giotto, lanciata dall'Agenzia spaziale europea, che è passata vicino al nucleo della cometa. Altre sonde sono state Vega 1 e Vega 2 dell'Unione Sovietica, le due sonde giapponesi, Suisei e Sakigake e la sonda statunitense ICE.

**La cometa di Halley ritornerà nel 2061.**



**La cometa di Halley nell'Arazzo di Bayeux.**

### **Designazione Astronomica**



**Dettaglio dei passaggi di Halley e breve sinossi storica**

#### **Prima dell'era Cristiana**

- 240 a.C., 25 maggio calendario giuliano prolettico - Primo passaggio noto della cometa di Halley al perielio che viene osservata da astronomi cinesi della dinastia Qin nel 239 a.C., e per la prima volta documentata in forma scritta nel testo Shiji del 90 a.C. come una stella a spazzola che appare a oriente e in seguito si sposta verso il nord, infine la cometa viene vista nel mese lunare, da maggio 24 a giugno 23 a occidente, per dopo sparire sotto l'orizzonte descrizione che combacia con l'orbita prevedibile al computer per Halley. Attualmente catalogata come evento astronomico 1P/-239 K1.
- 164 a.C., 12 novembre - Secondo passaggio noto della cometa di Halley al perielio, registrato negli annali cinesi come una cometa qualsiasi, evento astronomico 1P/-163 U1
- 87 a.C., 6 agosto - Terzo passaggio noto al perielio, registrato negli annali come una cometa qualsiasi. 1P/-86 Q1.
- 12 a.C., 10 ottobre - Quarto passaggio noto al perielio, secondo alcuni credenti, si tratta della Stella di Betlemme, 1P/-11 Q1.

#### **Primo millennio d.C.**

- 66 d.C., 25 gennaio calendario giuliano - Quinto passaggio noto al perielio, forse ispirò la rivolta ebraica del 66-73 d.C. 1P/66 B1.
- 141, 22 marzo - Sesto passaggio noto della cometa di Halley al perielio 1P/141 F1.
- 218, 17 maggio - Settimo passaggio noto al perielio. 1P/218 H1
- 295, 20 aprile - Ottavo passaggio di Halley registrato. 1P/295 J1
- 374, 16 febbraio - Nono passaggio della cometa di H. negli annali 1P/374 E1
- 451, 28 giugno - X passaggio. Coincide con la sconfitta di Attila a Chalons, alla battaglia dei Campi Catalaunici. 1P/451 L1
- 530, 27 settembre - XI passaggio noto di Halley al perielio, 1P/530 Q1
- 607, 15 marzo - Dodicesimo (e poco visibile) passaggio di Halley al perielio, registrato soltanto in annali cinesi, 1P/607 H1
- 684, 2 ottobre - XIII passaggio, ampiamente documentato nelle cronache di Norimberga, dove si trova la più antica raffigurazione di una cometa. 1P/684 R1.
- 760, 20 maggio - XIV passaggio noto al perielio, registrato in annali cinesi ed europei. 1P/760 K1.
- 837, 28 febbraio - XV passaggio, nelle cronache cinesi della Dinastia Tang e europee. 1P/837 F1 - 10 aprile - Massimo avvicinamento noto della Halley al pianeta Terra, a soli 5,1 milioni di km.
- 912, 18 luglio - XVI passaggio noto, registrato in annali europei e cinesi. 1P/912 J1.
- 989, 5 settembre - XVII passaggio, in annali europei e cinesi, si temeva annunciasse la fine del mondo. 1P/989 N1.

#### **Secondo millennio d.C.**

- 1066, 20 marzo - XVIII passaggio, registrato in annali europei e cinesi, il più celebre avvistamento fino ai tempi di Halley. La cometa è raffigurata nell'Arazzo di Bayeux, eseguito per festeggiare la battaglia di Hastings. 1P/1066 G1.
- 1145, 18 aprile - XIX passaggio al perielio. 1P/1145 G1
- 1222, 28 settembre - XX passaggio al perielio. 1P/1222 R1
- 1301, 25 ottobre - XXI passaggio noto al perielio. 1P/1301 R1 - Probabilmente il pittore Giotto osservò questa cometa e la raffigurò come Stella di Betlemme nell'affresco dell'Adorazione dei Magi nella Cappella degli Scrovegni di Padova del 1303-1305 circa.
- 1378, 10 novembre - XXII passaggio noto. 1P/1378 S1
- 1456, 9 giugno - XXIII passaggio noto al perielio, poco prima Halley era passata molto vicino alla Terra: la sua coda si estendeva per 60° nel cielo, assumendo la forma di una scimitarra, e generò grandi terori in Europa, dal momento che Costantinopoli era stata conquistata tre anni prima dai Turchi, e si temeva che annunciasse nuovi trionfi islamici, soprattutto nell'assedio di Belgrado; per questo papa Callisto III da quanto riferito da Pierre Simon Laplace ordinò alla cristianità una serie di preghiere e digiuni propiziatori. 1P/1456 K1. La cometa venne osservata dall'astronomo Regiomontano che ne tracciò accuratamente orbita, ascensione retta e posizioni angolari reciproche dei vari pianeti giorno per giorno.
- 1531, 26 agosto - XXIV passaggio noto, accuratamente osservato dagli astronomi Girolamo Fracastoro e Pietro Apiano, che segnalarono come la coda cometaria si estenda sempre nella direzione opposta al Sole. 1P/1531 P1
- 1607, 27 ottobre calendario gregoriano - XXV passaggio noto, osservato da molti astronomi, tra questi il tedesco Giovanni Keplero. 1P/1607 S1
- 1682, 15 settembre - XXVI passaggio noto, osservata dallo stesso astronomo Edmund Halley, che la collega matematicamente ai tre precedenti passaggi. 1P/1682 Q1
- 1758, 25 dicembre - XXVII passaggio noto Halley lo aveva previsto per il 1756, ma alla data era già noto l'effetto gravitazionale dei pianeti Giove e Saturno, che si trovavano in congiunzione, rallentando l'orbita della cometa, ma dal momento che grazie al calcolo integrale inventato da Isaac Newton si poteva prevedere scientificamente il passaggio della cometa in quella data. Evento 1P/1758 Y1
- 1835, 16 novembre - XXVIII passaggio noto. Evento 1P/1835 P1, 1835 III

- 1910, 20 aprile - XXIX passaggio noto La cometa era stata localizzata telescopicamente sin dall'11 settembre 1909, per questo è classificata con diversi anni. Giovanni Pascoli pubblica sulla rivista Marzocco l'inno Alla cometa di Halley. 1P/1909 R1, 1910 II, 1909c
- 1986, 9 febbraio - XXX passaggio noto, la cometa è stata fotografata da innumerevoli telescopi, e la sua coda di gas è stata attraversata dalla sonda spaziale europea Giotto. 1P/1982 U1, 1986 III, 1982i

#### **Terzo millennio d.C.**

- Il prossimo passaggio al perielio si prevede nel 2061. Il 9 dicembre del 2023 è previsto il passaggio per l'afelio. Il 9 settembre del 2060 passerà a 0,98 unità astronomiche 147.000.000 km da Giove, questo causerà il periodico aumento della distanza del perielio, passando da 0,587 UA 87.800.000 km a 0,593 UA 88.700.000 km, con decremento del periodo orbitale da 76,01 a 74,41 anni. Per il 29 luglio del 2061 si calcola un passaggio a 0,48 UA 72.000.000 km. Per il 21 agosto del 2061 si calcola un passaggio a 0,05 AU 7.500.000 km da Venere.

Nota: Le date di perielio dal 1607 in poi sono espresse con il calendario gregoriano, mentre le date dei perieli del 1531 ed anteriori sono nel calendario giuliano.

#### ***Sciame meteorici collegati alla Cometa***

La cometa di Halley è una delle poche comete che dà origine a due distinti sciami meteorici: le Eta Aquaridi inizio maggio e le Orionidi ottobre. Oggi l'orbita della Cometa Halley passa a una tale distanza dalla Terra da non consentire a nuovi meteoroidi di raggiungere la nostra atmosfera: le meteore che vediamo sono dovute alle polveri staccatesi dalla cometa di Halley negli ultimi 2 millenni.

#### ***La Cometa di Halley nella Cultura di massa***

- Nel gennaio 1910 Giovanni Pascoli pubblica sulla rivista Il Marzocco l'inno Alla cometa di Halley in seguito alla pubblicazione, sulla stessa rivista, di un articolo intitolato L'esilio di Dante e la cometa di Halley da parte di Robert Davidsohn.
- Nel 1966 nell'episodio La fine del mondo della serie televisiva statunitense Kronos - Sfida al passato, ambientato nel 1910, i protagonisti tentano di convincere gli abitanti di una cittadina degli USA che la Cometa di Halley, luminosissima in cielo, non colpirà la Terra.
- Nel 1984 Mario Castelnuovo pubblica un singolo il cui lato B contiene un brano intitolato Halley.
- Il passaggio della cometa di Halley nel 1910 viene trattato nell'episodio La coda di Halley di Doraemon, pubblicato come fumetto nel luglio 1984 e trasmesso in TV come cartone animato il 21 dicembre dello stesso anno. L'episodio è ispirato al romanzo per ragazzi Kuki no nakunaru hi (空気のなくなる日) di Masaji Iwakura del 1947.
- Lo scrittore Sebastiano Vassalli pubblica nel 1984 La notte della cometa - Il romanzo di Dino Campana dove, in un capitolo, descrive le reazioni dei fiorentini nella notte tra il 18 e il 19 maggio 1910.
- Nel 1985 il poeta vicentino Fernando Bandini pubblica il poemetto Il ritorno della cometa, con illustrazioni di Farina poi ripubblicato in una successiva raccolta poetica di Fernando Bandini, Santi di dicembre, Milano, Garzanti, 1994.
- Nel film Il mistero di Bellavista 1985, i protagonisti, osservando il passaggio della Cometa di Halley, credono di assistere a un omicidio.
- Nel film Space Vampires 1985 di Tobe Hooper, la cometa di Halley ha sulla sua scia una gigantesca astronave aliena, dove vivono esseri simili a pipistrelli che tentano di conquistare il mondo.
- Nel film Lupin III - La leggenda dell'oro di Babilonia 1985 si racconta la storia di un'aliena estremamente longeva che viene trasportata sulla terra dalla Cometa di Halley allo scopo di recuperare un grande tesoro.

- Nel film Rosso sangue 1986 di Leos Carax la cometa di Halley provoca improvvise ondate di calore e di freddo.
- Il romanzo di Arthur C. Clarke 2061: Odissea tre 1987 include una descrizione dettagliata di una missione con equipaggio sulla cometa di Halley.
- In Nel cuore della cometa, un romanzo del 1987 di Gregory Benford e David Brin, una squadra multinazionale colonizza la cometa di Halley, costruendo un habitat dentro il ghiaccio.
- Nella puntata di Futurama del 2004 Crimini del caldo trasmessa negli USA come Crimes of the hot nel 2002 la cometa di Halley viene utilizzata come fonte di ghiaccio per contrastare il riscaldamento globale del pianeta Terra.
- Durante il secondo trimestre del 2009 la casa coreana Samsung lancia sul mercato un cellulare touch chiamato Halley GT-S5600.
- Al Festival di Sanremo 2010, Irene Grandi partecipa con una canzone dal titolo La cometa di Halley scritta da Francesco Bianconi.
- Nella serie TV The Big Bang Theory, Howard e Bernadette chiamano Halley la loro prima figlia.
- La cantante statunitense Billie Eilish ha pubblicato nel suo album del 2021 Happier than Ever un brano intitolato Halley's Comet.



*Edmond Halley*

## **Cometa Humason**



**Comet Humason 1962 VIII, 10-minute exposure on Kodak 103a-O plate, on September 4.269, 1962. Photograph by C.E. Kearnes and K. Rudnicki with 48inch Schmidt at Palomar Observatory, California.**

<b>Scoperta</b>	1° settembre 1961
<b>Scopritore</b>	Milton Lasell Humason
<b>Semiasse maggiore</b>	204,52 UA
<b>Perielio</b>	2,133 UA
<b>Afelio</b>	406,91 UA
<b>Periodo orbitale</b>	2940 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	153° 28'
<b>Eccentricità</b>	0,989
<b>Longitudine del nodo</b>	155° 44'
<b>Ultimo Perielio</b>	10 dicembre 1962
<b>Prossimo Perielio</b>	Da calcolare
<b>Dimensione</b>	km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	7 max

La cometa di Humason, formalmente indicata come C/1961 R1, è una cometa non periodica scoperta da Milton L. Humason il 1º settembre 1961.

### **Orbita**

Il suo perielio è ben più lontano dall'orbita di Marte, a 2,133 UA. La sua orbita, retrograda, ha un periodo di circa 2940 anni.

### **Caratteristiche Fisiche**

Essa è una cometa gigante, il suo diametro è stimato intorno ai 41 km, eccezionalmente ricca di CO<sup>2</sup> molto più attiva di una normale cometa alla stessa distanza dal Sole, ha una magnitudine assoluta di +1,5, cento volte più luminosa di una cometa media.

## **Luminosità**

La cometa è arrivata ad una luminosità massima di 7a nell'ottobre 1962. Il nucleo della cometa ha presentato variazioni di splendore e tra il maggio ed il giugno 1964 ha avuto un **outburst** dalla 17,8<sup>a</sup> alla 10,0<sup>a</sup>.

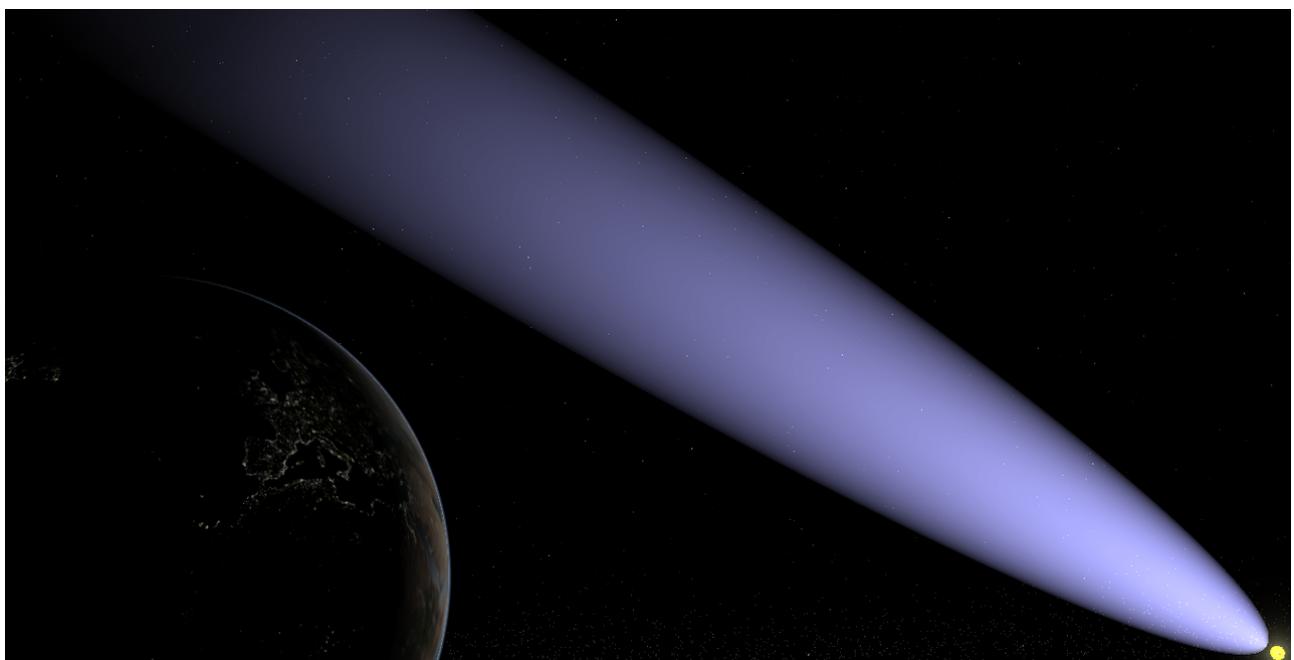


**Cometa Ikeya-Seki**



<b>Scoperta</b>	18 settembre 1965
<b>Scopritore</b>	Kaoru Ikeya – Tsutomu Seki
<b>Semiasse maggiore</b>	91,6 UA
<b>Perielio</b>	0,008 UA
<b>Afelio</b>	183,192 UA
<b>Periodo orbitale</b>	876,7 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	141° 86'
<b>Eccentricità</b>	0,999
<b>Longitudine del nodo</b>	346° 99'
<b>Ultimo Perielio</b>	21 ottobre 1065
<b>Prossimo Perielio</b>	Da calcolare
<b>Dimensione</b>	km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	-10 max

La cometa Ikeya-Seki, indicata formalmente come C/1965 S1 Ikeya-Seki, C/1965 VIII e 1965f, era una cometa scoperta indipendentemente da Kaoru Ikeya e Tsutomu Seki. La prima osservazione fu fatta con un telescopio il 18 settembre 1965. I primi calcoli della sua orbita suggerirono che il 21 ottobre sarebbe dovuta transitare a soli 450.000 km dalla superficie del Sole e che probabilmente sarebbe stata molto luminosa. La luminosità delle comete spesso può tradire le previsioni, ma quelle relative alla Cometa Ikeya-Seki si rivelarono esatte. Al suo perielio le osservazioni riportarono che essa era chiaramente visibile in pieno giorno, avendo cura di schermare il Sole. Al momento del suo perielio in Giappone a mezzogiorno, essa splendeva addirittura di magnitudine di -10. È stato accertato che è stata la cometa più luminosa degli ultimi 2000 anni ed è conosciuta da molti come la Grande Cometa del 1965. La coda è stata stimata a circa 30°, ossia misurante più di 100 milioni di chilometri. La cometa è stata vista rompersi in tre pezzi due settimane dopo il suo passaggio al perielio, il 4 novembre, benché già inizio ottobre, astronomi della stazione di Norikura in Giappone avevano notato forti cambiamenti di luminosità del nucleo<sup>[1]</sup>. I tre pezzi seguono orbite praticamente identiche. Le ultime osservazioni indicano una distanza di 25'' fra i due frammenti più grandi del nucleo circa 20.000 km, mentre un terzo frammento appariva molto diffuso e poco visibile. La cometa Ikeya-Seki fa parte delle comete del gruppo di Kreutz, un gruppo di comete originatesi da una grande cometa, X/1106 C1, che si ruppe nel 1106.



Simulazione delle dimensioni della coda della Ikeya-Seki durante il passaggio al perielio in basso a sinistra è visibile la Terra

## Cometa Machholz



<b>Scoperta</b>	12 maggio 1986
<b>Scopritore</b>	Donald Machholz
<b>Semiasse maggiore</b>	3,031 UA
<b>Perielio</b>	0,116 UA
<b>Afelio</b>	5,945 UA
<b>Periodo orbitale</b>	5,28 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	57° 50'
<b>Eccentricità</b>	0,961
<b>Longitudine del nodo</b>	93° 954'
<b>Ultimo Perielio</b>	27 ottobre 2017
<b>Prossimo Perielio</b>	31 gennaio 2023
<b>Dimensione</b>	6,4 km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	-10 max

La cometa Machholz 1, formalmente 96P/Machholz, è una cometa periodica del Sistema solare, appartenente alla famiglia cometaria della cometa di Halley. È stata scoperta da Donald Machholz il 12 maggio 1986 dall'Osservatorio di Loma Prieta in California. È entrata nel campo visivo degli strumenti LASCO C2 e C3 del telescopio solare orbitante SOHO nel 1996, nel 2002 e nel 2007. Il 3 aprile 2007, vicina al suo perielio, e con una magnitudine prevista a +2, divenne visibile ad occhio nudo, tuttavia era molto difficile osservarla poiché era molto vicina al disco solare. Dal 2 al 6 aprile 2007 è transitata nel campo visivo dello strumento LASCO C3 del telescopio orbitante SOHO, raggiungendo il picco di massima luminosità il 4 aprile. Secondo alcuni ricercatori potrebbe trattarsi di una cometa interstellare catturata, poiché presenta una composizione atipica per i corpi del sistema solare. Questa cometa è ritenuta da alcuni la progenitrice dello sciame meteorico delle Quadrantidi, visibile attorno al 4 gennaio.



Spazio: la cometa 96P torna a salutare il Sole – Popular Science

### Cometa McNaught C/2006 P1

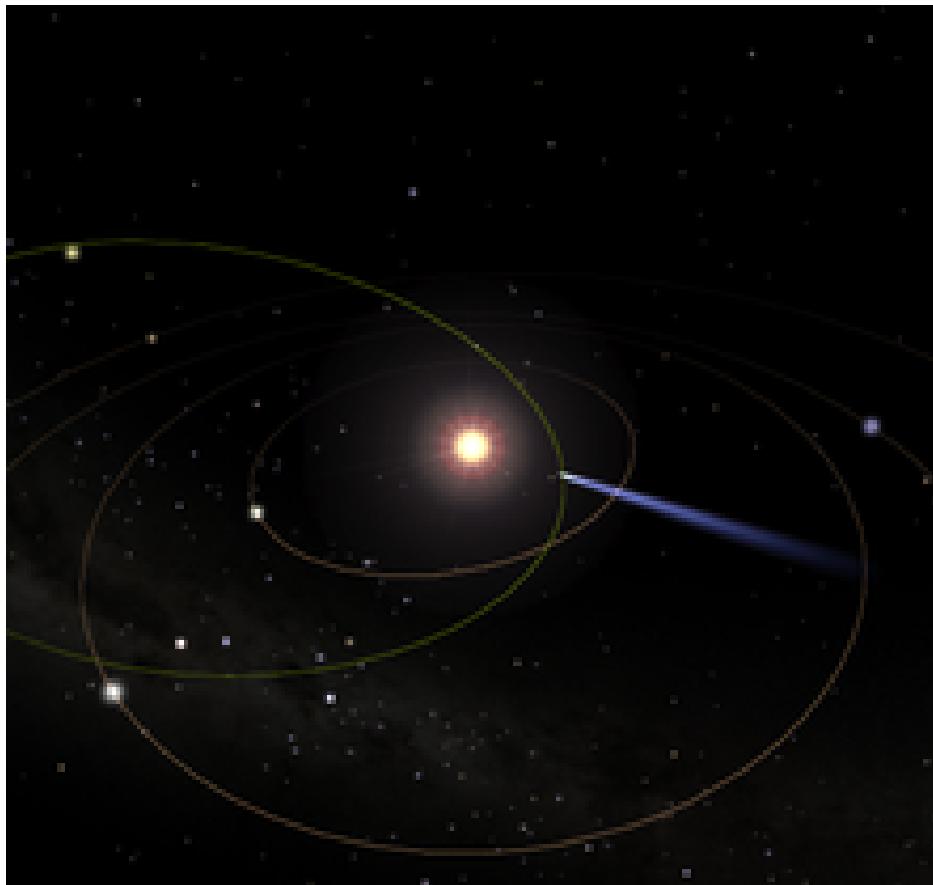


<b>Scoperta</b>	7 agosto 2006
<b>Scopritore</b>	Robert H. McNaught
<b>Semiasse maggiore</b>	UA
<b>Perielio</b>	0,170 UA
<b>Afelio</b>	4.100 UA
<b>Periodo orbitale</b>	anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	77° 84'
<b>Eccentricità</b>	1,000
<b>Longitudine del nodo</b>	267° 415'
<b>Ultimo Perielio</b>	12 gennaio 2007
<b>Prossimo Perielio</b>	
<b>Dimensione</b>	km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	-6 max

La Cometa McNaught, formalmente C/2006 P1 McNaught, è una cometa non periodica che è stata scoperta il 7 agosto 2006 in Australia presso l'Osservatorio di Siding Spring da Robert H. McNaught e ha raggiunto il perielio il 12 gennaio 2007, diventando visibile a occhio nudo senza l'aiuto di un telescopio. Si tratta della cometa più luminosa degli ultimi 40 anni, ancora più della Cometa Hale-Bopp, anche se quest'ultima poteva apparire più spettacolare in quanto la sua osservazione avveniva nelle ore notturne. Lo splendore di questa cometa è aumentato repentinamente dai primi di gennaio, quando l'astro chiomato ha iniziato ad avvicinarsi al Sole. Ben presto la cometa McNaught ha superato anche la luminosità di Giove, divenendo il 12 gennaio splendente quanto Venere, osservabile anch'essa al tramonto a poca distanza dalla cometa. È conosciuta come la Grande Cometa del 2007. Tra l'8 e il 12 gennaio la cometa presentava una coda di polveri molto evidente di 3-4 gradi di lunghezza, perfettamente visibile già dopo 15 minuti dal tramonto del Sole. Il giorno 13 gennaio la cometa McNaught è stata avvistata ad occhio nudo addirittura con il Sole sopra l'orizzonte; evento rarissimo, capitato solamente altre due volte nel secolo passato: nel 1910 con la Cometa Daylight e nel 1965 con la Ikeya Seki. Quel giorno lo splendore della McNaught ha raggiunto un valore stimato di magnitudine compreso tra -5 e -6, catalogato come -5,5, da confrontarsi con quello di Venere al suo massimo -4,92, divenendo così per alcune ore il terzo oggetto più luminoso del cielo, dopo il Sole m.v. -26,7 e la Luna Piena m.v. -12,7.

### ***La Cometa McNaught nei cieli australi***

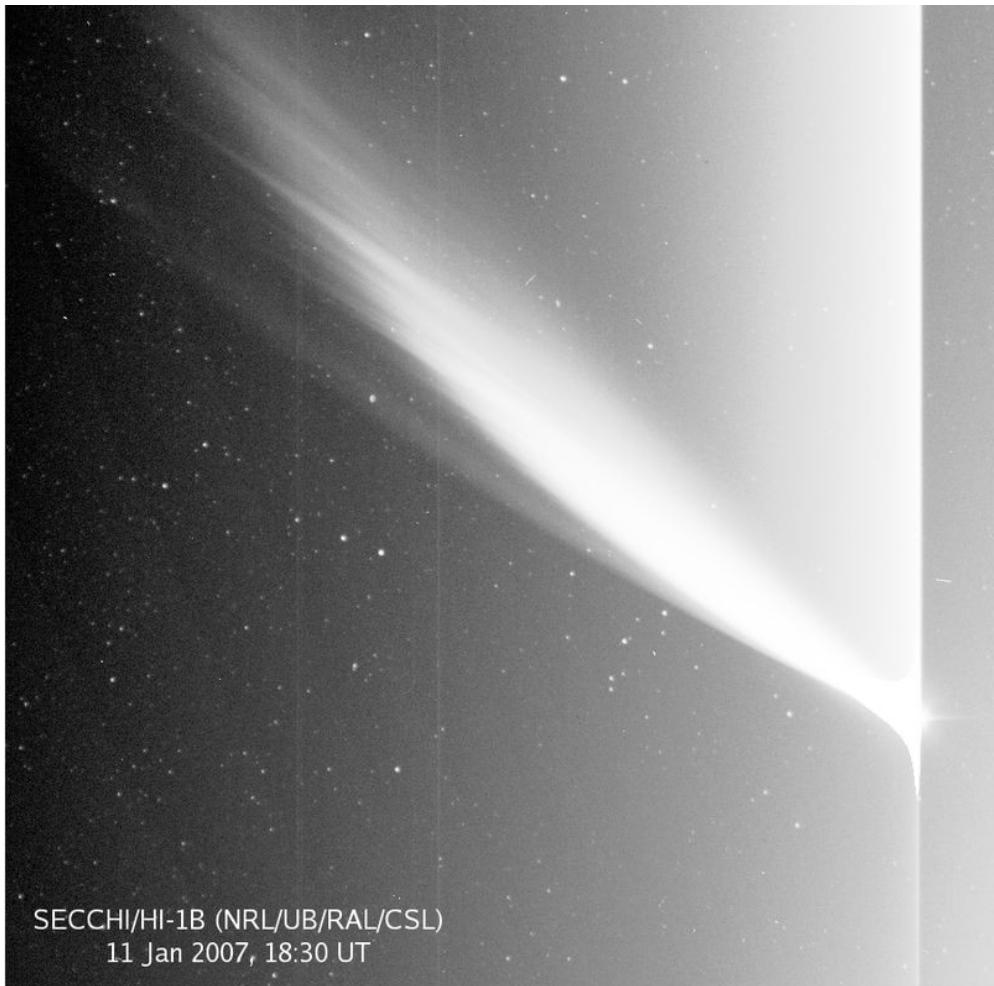
Da quel giorno la cometa si è tuffata nei cieli australi, divenendo inosservabile alle latitudini boreali, anche se non mancano comunque segnalazioni di avvistamenti diurni i giorni 14 e 15 gennaio. Dal 12 al 16 gennaio la McNaught è entrata nel campo di vista del telescopio spaziale SOHO, che da anni ormai segue quotidianamente l'attività del Sole. La luminosità della chioma e della coda della cometa era talmente elevata da saturare il sensore CCD della sonda. Il perielio è stato raggiunto il 12 gennaio ad una distanza di 0,17 UA dal Sole, pari a circa 25 milioni di chilometri, all'interno quindi dell'orbita di Mercurio. L'orbita iperbolica ci dice che la cometa proviene dagli spazi interstellari e non fa quindi parte del regno del Sole, nei pressi del quale non ritornerà mai più. Il fatto che fosse una cometa vergine ha fatto subito ritenere che il nucleo si potesse spezzare, non resistendo allo shock del passaggio ravvicinato alla nostra stella. Così invece non è stato e la McNaught ha mostrato una straordinaria attività emissiva. Le immagini riprese dall'emisfero australe nei giorni successivi al perielio mostravano infatti la maestosità della coda, formata da decine di striature create dalle emissioni di atomi di ferro neutro avvenute nelle settimane precedenti e perfettamente visibili ai privilegiati osservatori del sud del mondo. La luminosità della chioma, in rapido calo, era comunque ancora elevatissima, tanto che il giorno 20 gennaio essa era ancora pari a quella di Sirio, la stella più luminosa del cielo. La coda di polveri, molto arcuata e striata, si estendeva per oltre 30 gradi quasi parallela all'orizzonte; molti osservatori dell'emisfero boreale, nonostante la cometa si trovasse ben al di sotto dell'orizzonte, hanno osservato e fotografato le sue striature più estreme. Allontanandosi rapidamente dal Sole e dalla Terra, la McNaught è rimasta comunque perfettamente visibile ad occhio nudo ancora fino a metà febbraio, con una coda di oltre 10 gradi. La lunghezza reale delle polveri rilasciate nello spazio dalla McNaught ha superato i 150 milioni di chilometri, vale a dire la distanza che separa la Terra dal Sole.



L'orbita verde della Cometa McNaught il 14 gennaio 2007 e le quattro orbite arancione dei quattro pianeti più vicini al sole. La terra è il punto blu alla destra. Si può vedere la Via Lattea di sotto alla sinistra. La cometa orbita in senso orario.

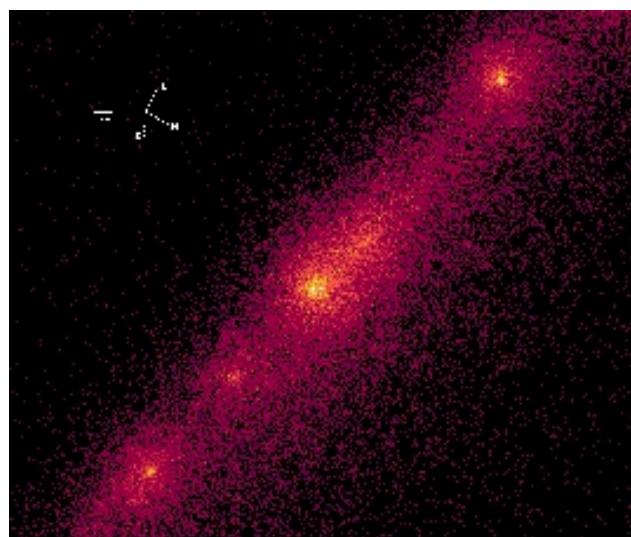
### Osservazioni scientifiche

La sonda spaziale Ulysses ha attraversato inaspettatamente la coda della cometa il 3 febbraio 2007<sup>[9]</sup>. La notizia dell'accaduto è stata pubblicata il 1º ottobre 2007 sull'Astrophysical Journal. Ulysses è volata attraverso la coda di ioni della cometa McNaught a 290 milioni di chilometri dal nucleo e le letture degli strumenti a bordo hanno indicato che la regione era interessata da una chimica complessa. La fortuita circostanza ha permesso di indagare l'interazione tra la coda della cometa ed il vento solare e le modalità secondo le quali la cometa perde la sua massa. Il Solar Wind Ion Composition Spectrometer SWICS a bordo di Ulysses ha misurato la composizione e le velocità della coda e del vento solare, rilevando la presenza di ioni inattesi. Per la prima volta sono stati individuati ioni dell'ossigeno O<sup>3+</sup> in prossimità di una cometa, mentre è stato misurato che la densità di protoni è diminuita di due ordini di grandezza. Inoltre, SWICS ha trovato che la velocità posseduta dal vento solare è all'incirca la metà di quella attesa a tale distanza dal Sole, ovvero di circa 360 km/s rispetto ai 750 km/s attesi. Il materiale della coda ha esercitato quindi una notevole azione frenante. L'esperienza è stata utile per capire cosa accade quando il materiale neutro e freddo emesso dalle comete incontra il plasma caldo del vento solare. È stato misurato un valore del campo magnetico più debole rispetto a quello associato al solo vento solare, con direzione costante, radiale, verso il Sole, opposta a quella associata al vento solare durante il ciclo solare allora in corso. A queste misure, si intervallavano brevi periodi in cui il campo magnetico riacquistava la direzione usuale, ovvero verso l'esterno. Queste misure corrispondono ad una struttura filamentosa della coda cometaria. L'entità del campo magnetico è risultata leggermente superiore alla media ai bordi della coda, ma non sono state registrate onde d'urto.



La Cometa McNaught l'11 gennaio 2007 ripresa dallo strumento SECCHI/HI-1B a bordo della navicella spaziale STEREO-B della NASA.

### Cometa Shoemaker-Levy 9



<b>Scoperta</b>	25 marzo 1993
<b>Scopritore</b>	E.C.S. Shoemaker – D.Levy
<b>Semiasse maggiore</b>	UA
<b>Perielio</b>	UA
<b>Afelio</b>	UA
<b>Periodo orbitale</b>	anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	° ′
<b>Eccentricità</b>	
<b>Longitudine del nodo</b>	° ′
<b>Ultimo Perielio</b>	
<b>Prossimo Perielio</b>	
<b>Dimensione</b>	km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	max

La cometa Shoemaker-Levy 9 formalmente designata 1993e e D/1993 F2 è divenuta famosa perché è stata la prima cometa ad essere osservata durante la sua caduta su un pianeta. Scoperta il 25 marzo 1993 dagli astronomi Eugene e Carolyn S. Shoemaker e da David Levy, analizzando lastre fotografiche dei dintorni di Giove, destò immediatamente l'interesse della comunità scientifica; non era mai accaduto infatti che una cometa fosse scoperta in orbita attorno ad un pianeta e non al Sole. Catturata tra la seconda metà degli anni sessanta ed i primi anni settanta da Giove, le interazioni tra il gigante gassoso e la cometa ne avevano causato la disgregazione in 21 frammenti. Nel 1993 si presentava all'osservatore come una lunga fila di punti luminosi immersi nella luminescenza delle loro code, indicati spesso sui giornali come la collana di perle. Gli studi dell'orbita della cometa portarono alla conclusione che essa sarebbe precipitata sul pianeta nel luglio del 1994. Fu quindi avviata un'estesa campagna osservativa che coinvolse numerosi osservatori a Terra e diverse sonde nello spazio per la registrazione dell'evento. Tra il 16 ed il 22 luglio del 1994, i frammenti della cometa caddero su Giove in un vero e proprio bombardamento. Le macchie scure che si formarono sul pianeta furono osservabili dalla Terra per diversi mesi prima di essere riassorbite dall'atmosfera di Giove. L'evento ebbe una rilevanza mediatica considerevole, ma contribuì notevolmente anche alle conoscenze scientifiche sul Sistema solare. In particolare, permise di effettuare misurazioni sugli strati profondi dell'atmosfera gioviana, normalmente inaccessibili, e sottolineò il ruolo svolto da Giove nel ridurre i detriti spaziali presenti nel Sistema solare interno.

### **Scoperta**

La cometa fu scoperta nella notte del 24 marzo 1993 dagli Shoemaker e da Levy in una fotografia ripresa con il telescopio Schmidt da 0,4 metri al Mount Palomar Observatory in California, mentre conducevano un programma di osservazioni dedicato alla rilevazione di oggetti near-Earth. A differenza di tutte le altre comete scoperte prima di allora, la Shoemaker-Levy 9 era in orbita attorno a Giove invece che attorno al Sole. La serendipica scoperta della cometa mise velocemente in secondo piano gli scopi originali delle loro osservazioni. SL9 fu la nona cometa periodica una cometa il cui periodo orbitale è inferiore a 200 anni scoperta dalla coppia di astronomi, e la loro undicesima scoperta includendo anche due comete non periodiche. La scoperta fu annunciata nella circolare IAU 5725 del 26 marzo 1993. L'immagine della scoperta fornì i primi indizi che SL9 era una cometa insolita. Essa presentava infatti nuclei multipli contenuti in una regione allungata lunga 50 arco secondi e larga 10. Brian Marsden del Central Bureau for Astronomical Telegrams notò che la cometa era nelle vicinanze del pianeta gigante e suggerì che potesse essere stata frammentata dalla gravità gioviana

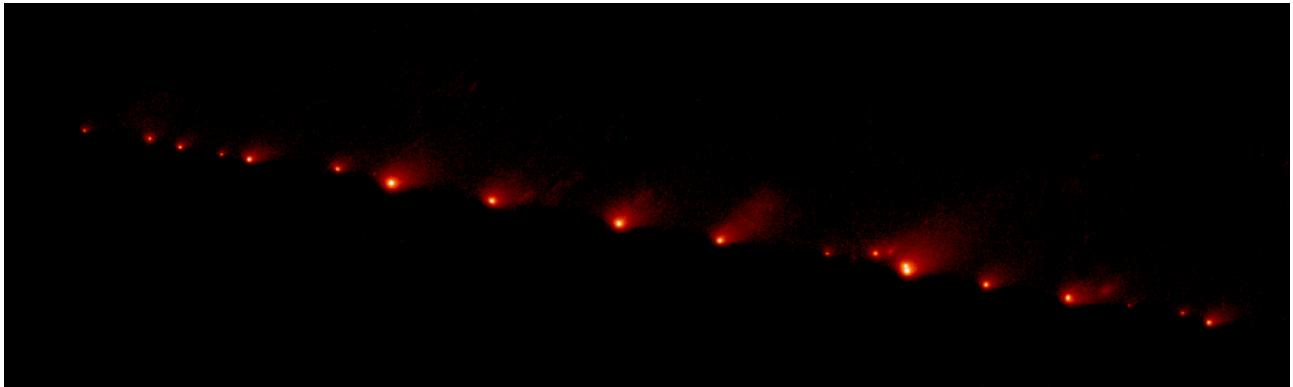


Immagine dei frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9 ripresa dal Telescopio spaziale Hubble il 17 maggio 1994.

### **Orbita**

Gli studi orbitali della cometa appena scoperta rivelarono che essa orbitava attorno a Giove completando una rivoluzione ogni 2 anni e percorrendo un'orbita caratterizzata da un apogiovio di 0,33 U.A 49.000.000 km e da un'eccentricità piuttosto elevata, pari a 0,9986. La cometa aveva già completato diverse orbite attorno a Giove prima di essere rilevata. Gli studi condotti sulla sua orbita rivelarono infatti che era stata catturata dal pianeta all'inizio degli anni settanta o a metà degli anni sessanta, mentre era in orbita attorno al Sole. Prima di allora era probabilmente una cometa di breve periodo con un afelio appena all'interno dell'orbita di Giove e un perielio interno alla fascia di asteroidi.<sup>[12]</sup> Furono individuate anche alcune immagini precedenti alla scoperta, tra cui quelle del 15 marzo di Kin Endate, del 17 marzo di S. Otomo e del 19 marzo di Eleanor Francis Helin. Non furono trovate immagini risalenti ad un periodo precedente al mese di marzo del 1993. Il volume di spazio all'interno del quale si può dire che un corpo è in orbita attorno a Giove è definito dalla sfera di Hill o sfera di Roche di Giove. Quando, nell'anno della sua cattura, la cometa transitò nei pressi del gigante gassoso, si trovò leggermente all'interno della sfera di Hill del pianeta e probabilmente in un tratto dell'orbita in prossimità dell'afelio, cioè in corrispondenza del quale il movimento relativo della cometa rispetto a Giove era molto piccolo. L'attrazione gravitazionale esercitata da Giove fu quindi sufficiente a mutare l'orbita della cometa da un'orbita intorno al Sole ad una molto eccentrica attorno al gigante gassoso. Il 7 luglio 1992 passò ad una distanza minima di 40.000 km dalle nubi gioviane, molto all'interno dell'orbita di Metis e del limite di Roche del pianeta, dove le forze di marea sono sufficientemente intense da disintegrare un corpo celeste tenuto insieme dalla sola forza di gravità. Sebbene la cometa fosse già transitata nelle vicinanze di Giove precedentemente, l'incontro del 7 luglio fu il più vicino e gli studiosi ritengono che possa essere stato quello in cui il nucleo della cometa si frantumò. Ad ogni frammento fu assegnata una lettera dell'alfabeto identificativa dalla A alla W, secondo una prassi già adottata precedentemente. Gli astronomi, in base ai dati orbitali, dedussero che la cometa sarebbe passata a meno di 45000 km dal centro di Giove una distanza inferiore al raggio del pianeta nel luglio del 1994; c'era quindi un'altissima probabilità che la cometa sarebbe entrata in collisione con il gigante gassoso. Gli studi suggerirono inoltre che la sequenza degli impatti del gruppo di frammenti sarebbe durata circa 5 giorni.



Fotomontaggio che mostra Giove e i frammenti della cometa

### ***Previsione della Collisione***

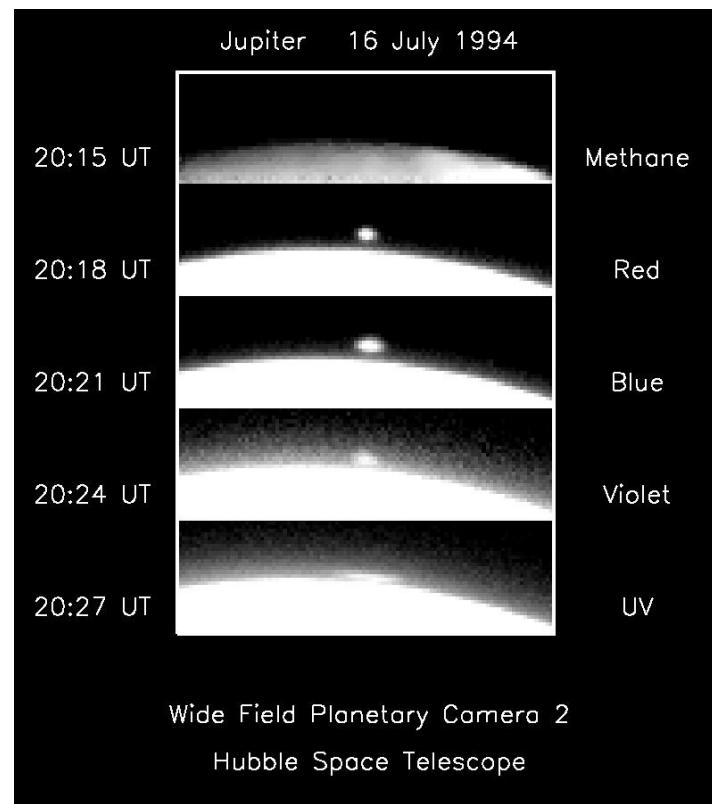
La previsione della collisione galvanizzò la comunità scientifica, che non aveva mai assistito allo spettacolo offerto dalla collisione tra due corpi significativi del sistema solare. Furono condotti studi accurati della cometa e, quando la sua orbita fu determinata con precisione, la possibilità di collisione divenne certezza. Questo evento avrebbe costituito un'opportunità unica per osservare l'atmosfera di Giove: la collisione avrebbe provocato eruzioni di materiali provenienti da strati atmosferici profondi, normalmente preclusi all'osservazione. Gli astronomi stimarono che i frammenti visibili della cometa variavano da qualche centinaio di metri fino al massimo di due chilometri, suggerendo che il nucleo cometario originario potesse aver raggiunto i 5 km di diametro, più grande di quello della cometa Hyakutake. Nel dibattito che precedette le collisioni, una delle principali controversie riguardava le capacità di osservazione dalla Terra; alcuni ritenevano impossibile vedere le conseguenze degli impatti, ma solo la manifestazione luminosa che si sarebbe verificata nel momento in cui i frammenti sarebbero bruciati nell'atmosfera, come gigantesche meteore. Altri suggerirono che in conseguenza degli impatti il pianeta sarebbe stato attraversato da una serie di onde gravitazionali, che l'aumento del quantitativo di polvere avrebbe determinato un aumento della foschia stratosferica ed infine un incremento della massa del sistema di anelli di Giove.



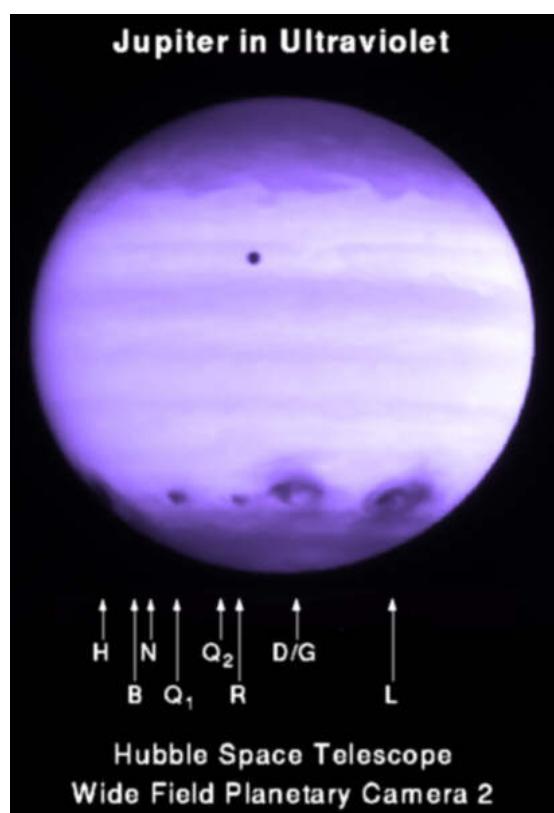
Riproduzione artistica di un frammento della cometa in rotta di collisione con Giove

### **L'Impatto**

All'avvicinarsi della data prevista per l'impatto, crebbe la trepidazione nella comunità scientifica e non. Molti telescopi a Terra e diversi osservatori spaziali furono puntati verso Giove, tra questi ultimi: il Telescopio spaziale Hubble, il satellite ROSAT e la sonda Galileo, che era in rotta per un **rendezvous** con il pianeta previsto per il 1995. Gli impatti avvennero nel lato del pianeta opposto alla Terra, ma la sonda Galileo fu in grado di osservarli direttamente da una distanza di 1,6 UA. La rapida rotazione di Giove rese i siti degli impatti visibili dalla Terra qualche minuto dopo l'evento. Per l'occasione, altre due sonde in missione nello spazio profondo furono puntate verso Giove: la Ulysses a 2,6 UA di distanza dal pianeta, progettata principalmente per lo studio del Sole, e la Voyager 2, in quel momento a 44 UA da Giove e diretta verso l'esterno del sistema solare dopo aver sorvolato Nettuno nel 1989, che fu programmata per registrare le emissioni radio nelle frequenze tra 1 e 390 kHz. Il primo impatto avvenne alle 20:13 UTC del 16 luglio 1994, quando il frammento A del nucleo colpì l'emisfero meridionale del pianeta ad una velocità di 60 km/s. Gli strumenti a bordo della sonda Galileo rilevarono una palla di fuoco che raggiunse la temperatura di 24.000 K, prima di espandersi e raffreddarsi a 1.500 K in circa 40 secondi. Il pennacchio raggiunse una altezza di circa 1.000 km. Dopo qualche minuto gli strumenti misurarono un nuovo aumento di temperatura, probabilmente causato dai materiali espulsi che ricadevano verso il pianeta. Gli osservatori a terra individuarono la palla di fuoco mentre si sollevava dal bordo del pianeta poco dopo l'impatto iniziale. Gli effetti oltrepassarono le previsioni degli astronomi: molti osservatori videro subito dopo il primo impatto un'enorme macchia scura, visibile anche con piccoli telescopi, di dimensioni pari a 6.000 km valore prossimo a quello del raggio terrestre. Tale macchia e quelle che si formarono in seguito agli impatti successivi presentavano una forma marcatamente asimmetrica, con un semianello più spesso nella direzione opposta rispetto a quella di impatto. Gli studiosi ritengono che esse fossero composte principalmente dai detriti. Nei successivi sei giorni, vennero osservati altri 21 impatti, il maggiore dei quali avvenne il 18 luglio alle 7:33 UTC e fu causato dalla collisione del frammento G. Questo evento creò un'enorme macchia scura con dimensioni di 12.000 km, e sprigionò l'energia stimata equivalente a 6 milioni di megaton circa 750 volte l'energia dell'intero arsenale nucleare mondiale. Il 19 luglio due impatti, separati da un periodo di 12 ore, crearono degli effetti simili a quelli del frammento G. L'ultimo frammento, contrassegnato con la lettera W, colpì Giove il 22 luglio.



Immagini del telescopio Hubble di una palla di fuoco del primo impatto che appare sul bordo del pianeta



Immagini di Giove nell'ultravioletto poche ore dopo l'impatto del frammento R.

## Osservazioni e Scoperte

### Studi chimici

Gli osservatori speravano che gli impatti avrebbero fornito dettagli sugli strati di Giove al di sotto delle nuvole più superficiali, dal momento che i materiali in profondità sarebbero stati esposti dai frammenti di cometa in caduta attraverso l'atmosfera superiore. Le osservazioni spettroscopiche dei siti d'impatto rivelarono le linee di assorbimento caratteristiche dello zolfo biatomico S<sub>2</sub> e del disolfuro di carbonio CS<sub>2</sub>; fu la prima volta che questi composti furono rilevati su Giove e solo la seconda che lo zolfo biatomico fosse rivelato in un corpo celeste diverso dalla Terra. Furono individuati ammoniaca NH<sub>3</sub> ed acido solfidrico H<sub>2</sub>S. Le quantità di zolfo rilevate erano molto superiori a quelle contenute in un piccolo nucleo cometario; fu quindi ipotizzato che questi materiali provenissero effettivamente dall'interno del pianeta. Con grande sorpresa degli astronomi, non furono rilevati composti di zolfo ed ossigeno, come ad esempio l'anidride solforosa SO<sub>2</sub>. Oltre a queste molecole, furono identificate emissioni di atomi pesanti come ferro, magnesio e silicio, in quantità corrispondenti a quelle presenti nei nuclei cometari. Sebbene fossero rilevate quantità significative di acqua, esse furono inferiori alle aspettative, quindi o l'ipotetico strato di acqua gioviano è più sottile del previsto, oppure i frammenti di cometa non hanno raggiunto una profondità sufficiente.



Macchie scure contrassegnano i siti di impatto nell'emisfero meridionale del pianeta

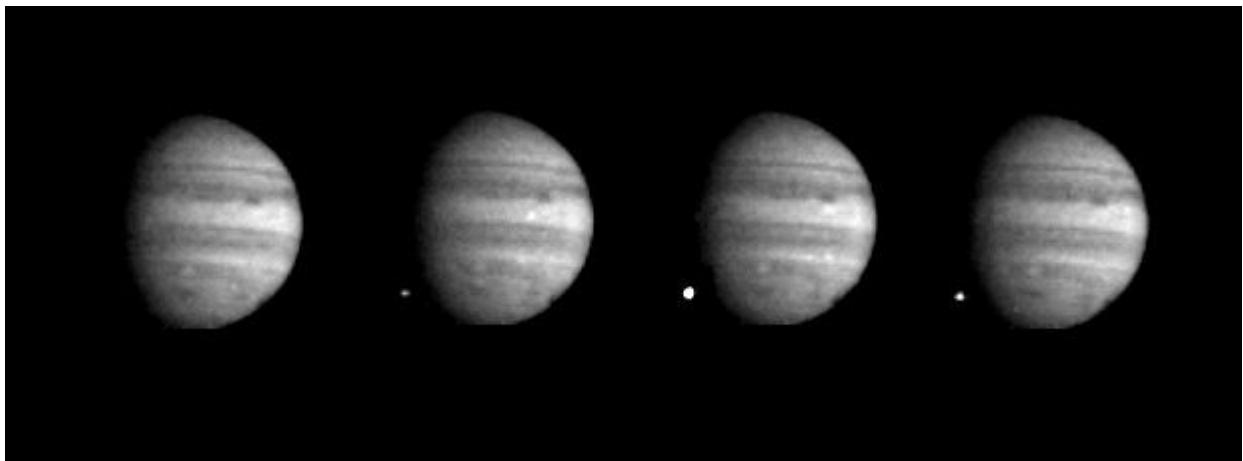
### Onde di gravità

Come era stato previsto, le collisioni generarono enormi onde di gravità che viaggiarono attraverso il pianeta ad una velocità di 450 m/s e che furono osservate per più di due ore dopo l'impatto. Alcuni studiosi ritengono che tali onde si fossero propagate attraverso uno strato stabile, che ha funzionato come una guida d'onda, posto in corrispondenza dell'ipotetico strato troposferico delle nubi d'acqua. Tuttavia, le spettrografie sembrano indicare che i frammenti non avrebbero raggiunto lo strato d'acqua e le onde allora potrebbero essersi propagate all'interno della stratosfera.

### Altre Osservazioni

Le osservazioni radio rilevarono un netto incremento delle emissioni ad una lunghezza d'onda di 21 cm dopo l'impatto principale, che raggiunse il 120% del normale livello di emissione del pianeta. Si pensa che siano state dovute alla radiazione di sincrotrone generata dall'immissione di elettroni relativistici - elettroni con velocità prossime a quella della luce - nella magnetosfera gioviana. Un'ora dopo la collisione del frammento K, gli osservatori registrarono un'aurora nei pressi del sito di impatto, e nella zona diametralmente opposta, valutata rispetto al campo magnetico di Giove. La causa di queste emissioni fu difficile da stabilire, essendo limitate le conoscenze del campo magnetico interno del pianeta e della geometria dei siti di impatto. Le onde d'urto in accelerazione verso l'alto potrebbero aver accelerato a sufficienza le particelle caricate da provocare un'aurora, un fenomeno tipicamente associato alle particelle veloci del vento solare che colpiscono l'atmosfera di un pianeta nei pressi di un polo magnetico. Alcuni

astronomi hanno suggerito che gli impatti possano aver avuto effetti notevoli anche sul toro ionico presente attorno a Giove in corrispondenza dell'orbita di Io. Tuttavia, studi spettroscopici a risoluzione elevata rilevarono, durante gli impatti e nel periodo seguente, variazioni entro la norma nella densità degli ioni, nella velocità di rotazione e nelle temperature.



Sequenza di immagini riprese dalla sonda Galileo ad intervalli di diversi secondi, che mostrano l'aspetto dalla palla di fuoco provocata dal frammento G

### ***Analisi dopo Impatto***

Una delle sorprese dell'impatto fu rappresentata dalle minori quantità d'acqua rilevate rispetto alle aspettative. Prima dell'impatto, i modelli dell'atmosfera gioviana indicavano che la disintegrazione dei frammenti più grandi sarebbe avvenuta a pressioni comprese tra 30 kPa e qualche MPa da 0,3 a qualche decina di bar. Alcuni prevedevano che i frammenti del nucleo cometario sarebbero penetrati fino ad uno strato interno ricco d'acqua e che un velo bluastro avrebbe coperto la regione interessata dagli impatti. I successivi studi non rilevarono grandi quantitativi d'acqua e suggerirono che la frammentazione e la distruzione dei frammenti cometari fossero avvenute ad altezze probabilmente maggiori rispetto al previsto. Anche il frammento più grande potrebbe essere stato distrutto quando la pressione raggiunse i 250 kPa 2,5 bar, molto sopra all'ipotetico strato d'acqua. I frammenti minori furono probabilmente distrutti addirittura prima di raggiungere lo strato delle nubi.



Nell'immagine è visibile la macchia scura apparsa su Giove dopo l'impatto del frammento G del nucleo cometario. È evidente l'asimmetria della formazione e la predominanza rispetto alle formazioni tipiche dell'atmosfera gioviana

## **Effetti a lungo termine**

I segni lasciati dall'evento rimasero visibili a lungo e furono descritti come più visibili della famosa Grande Macchia Rossa. Probabilmente furono i fenomeni transitori più importanti mai osservati sul pianeta, e mentre la Grande Macchia Rossa risalta per il suo colore, non fu mai registrata alcuna macchia di dimensioni e colori simili a quelle provocate dalla cometa. Le osservazioni spettroscopiche mostrarono che l'ammoniaca e il solfuro di carbonio rimasero nell'atmosfera almeno per quattordici mesi dopo l'evento, con un eccesso di ammoniaca nella stratosfera normalmente l'ammoniaca è presente invece nella troposfera. La temperatura atmosferica tornò ai livelli normali molto più velocemente nei punti di impatto maggiori rispetto a quelli minori. Nei primi, infatti, le temperature aumentarono in una regione ampia da 15.000 a 20.000 km, ma scesero a valori normali entro una settimana dall'evento. Nei punti più piccoli, temperature di 10 K superiori rispetto ai siti circostanti persistettero invece per almeno due settimane. Le temperature della stratosfera aumentarono immediatamente dopo gli impatti, per scendere due o tre settimane dopo a valori di temperatura inferiori rispetto alla situazione precedente agli impatti. Soltanto in seguito tornarono lentamente a valori normali.

## **Interazione tra Giove e le Comete**

La cometa Shoemaker-Levy 9 non è l'unica ad aver orbitato per qualche tempo attorno a Giove; da studi condotti sulle orbite di numerose comete periodiche, si è potuto dedurre che almeno altre tre comete 82P/Gehrels, 111P/Helin-Roman-Crockett e 147P/Kushida-Muramatsu sono state temporaneamente catturate dal pianeta sebbene non siano state osservate se non in orbita attorno al Sole. Gli studi hanno confermato che Giove, il maggiore pianeta del sistema solare, è in grado di catturare frequentemente comete in orbita attorno al Sole. In genere, le comete in orbita attorno a Giove seguono orbite instabili poiché altamente ellittiche e perturbabili dalla gravità del Sole durante il transito per l'apogiovio il punto di massima distanza dal pianeta. In uno studio condotto nel 1997, è stato stimato che una cometa di 0,3 km di diametro cada sul pianeta una volta ogni 500 anni; mentre per una cometa di 1,6 km di diametro la frequenza scende ad una ogni 6.000 anni. Gli impatti di comete delle dimensioni di SL9 sono ancora più rari. Esistono prove consistenti che alcune comete siano state frammentate e siano entrate in collisione con Giove e le sue lune. Durante le missioni Voyager sono state individuate 13 catene di crateri su Callisto e tre su Ganimede, la cui origine era inizialmente sconosciuta. Mentre le catene di crateri osservate sulla Luna spesso si irradiano da crateri maggiori e comunemente si ritiene che siano state create da impatti secondari del materiale espulso dalla collisione principale, quelle presenti sulle lune gioviane non sono collegate ad un cratere principale, ed è probabile invece che siano state create da frammenti cometari. L'evento accaduto su Giove ha evidenziato il suo ruolo di aspirapolvere cosmico per il sistema solare interno. Il notevole campo gravitazionale di Giove attira molte piccole comete e asteroidi rendendolo una frequente sede di impatti, da 2.000 a 8.000 volte più frequenti rispetto al tasso di impatti sul pianeta Terra. Senza Giove, la probabilità di impatto sui pianeti interni del sistema solare sarebbe molto più elevata. La caduta della Shoemaker-Levy 9 ha fatto riflettere sulla possibilità che eventi analoghi siano accaduti in passato e possano accadere in futuro e ha rafforzato le teorie delle estinzioni da impatto. È generalmente accettata la teoria dell'impatto di un asteroide come causa dell'estinzione dei dinosauri al termine del periodo cretacico. Alcuni astronomi hanno ipotizzato che senza l'azione di Giove queste estinzioni di massa avrebbero potuto essere più frequenti sulla Terra, precludendo la possibilità di sviluppo per forme di vita complesse. Queste argomentazioni fanno parte dell'ipotesi della rarità della Terra Rare Earth hypothesis.



**Una catena di crateri su Ganimede generata probabilmente dalla collisione dei frammenti di una cometa.  
L'immagine ricopre un'area di circa 190 km di lato.**

### ***La Collisione nella cultura di massa***

L'impatto dei frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9 su Giove fu seguito con grande interesse dalla comunità scientifica, ma destò anche clamore nell'opinione pubblica. All'evento infatti fu dedicata una estesa copertura mediatica e molti ne evidenziarono la portata storica. Inoltre, alcuni aspetti della collisione poterono essere direttamente osservati da chiunque possedesse un telescopio, ed in effetti furono molto numerosi gli osservatori che puntarono in quelle sere i propri strumenti su Giove Le collisioni della cometa Shoemaker-Levy 9 attirarono l'attenzione sui pericoli derivanti dall'impatto di una cometa o di un asteroide con il nostro pianeta. Furono espresse posizioni fra loro anche molto distanti, dal catastrofismo alla sottovalutazione del rischio. Tra le forme di comunicazione, ci fu la produzione nel 1998 del film Deep Impact di Mimi Leder, che narra delle vicende che precedono lo schianto di una cometa sulla Terra, ed Armageddon di Michael Bay, in cui un gruppo di astronauti riesce a disgregare un asteroide prima dell'impatto sul nostro pianeta.

### ***Cometa Kohoutek***



This color photograph of the comet Kohoutek C/1973 E1 was taken by members of the lunar and planetary laboratory photographic team from the University of Arizona, at the Catalina observatory with a 35mm camera on January 11, 1974.

<b>Scoperta</b>	7 marzo 1973
<b>Scopritore</b>	Lubos Kohoutek
<b>Semiasse maggiore</b>	UA
<b>Perielio</b>	0,142 UA
<b>Afelio</b>	UA
<b>Periodo orbitale</b>	anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	14° 304'
<b>Eccentricità</b>	1,000
<b>Longitudine del nodo</b>	258° 489'
<b>Ultimo Perielio</b>	28 dicembre 1973
<b>Prossimo Perielio</b>	
<b>Dimensione</b>	km diametro
<b>Magnitudine apparente</b>	max

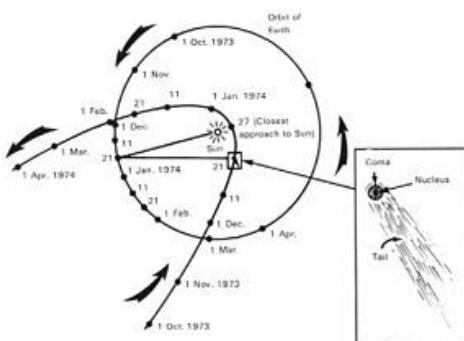
La cometa Kohoutek, conosciuta anche come C/1973 E1, 1973 XII e 1973 f, venne osservata per la prima volta dall'astronomo ceco Luboš Kohoutek il 7 marzo 1973. Il 26 dicembre dello stesso anno compì il suo perielio. Molto brillante, lasciava una coda luminosissima nelle notti dopo il perielio. La cometa Kohoutek è una cometa a lungo periodo, con un periodo orbitale di circa 75.000 anni. Fu chiamata dai media come cometa dell'anno perché secondo gli scienziati sarebbe stato un oggetto della Nube di Oort. Quindi, si credeva che entrasse nel sistema solare per la prima volta, lasciando una coda spettacolare. Studi effettuati con telescopi ad infrarossi e ottici hanno però rivelato che la cometa Kohoutek è un oggetto della Fascia di Kuiper, spiegabile per il suo particolare nucleo di roccia e la mancanza di fuoriuscita di gas. C/1973 E1 non deve però essere confusa con la cometa periodica 75D/Kohoutek, chiamata anch'essa Cometa Kohoutek così come le Comete C/1969 O1 e C/1973 D1, scoperte anch'esse da Lobos Kohoutek. La cometa venne osservata dall'equipaggio dello Skylab 4; divenne in questo modo la prima cometa ad essere osservata dall'equipaggio di una navicella spaziale.

### ***La Cometa nella cultura di massa***

Poiché la cometa Kohoutek scese ben al di sotto delle aspettative, il suo nome divenne sinonimo di fiaschi spettacolari. Tuttavia, divenne piuttosto brillante nelle sere poco dopo il transito al perielio. Nel 1973, David Berg, fondatore dei Bambini di Dio, affermò che la comparsa della Cometa Kohoutek rappresentava un segnale di sciagura e predisse un evento disastroso negli Stati Uniti nel gennaio del 1974. Il messaggio fu diffuso in tutto il Paese dai membri della setta e numerosi tra loro lasciarono gli Stati Uniti, fondando nuove comunità all'estero. Tuttavia, la predizione era sbagliata e non si verificò alcun evento disastroso.

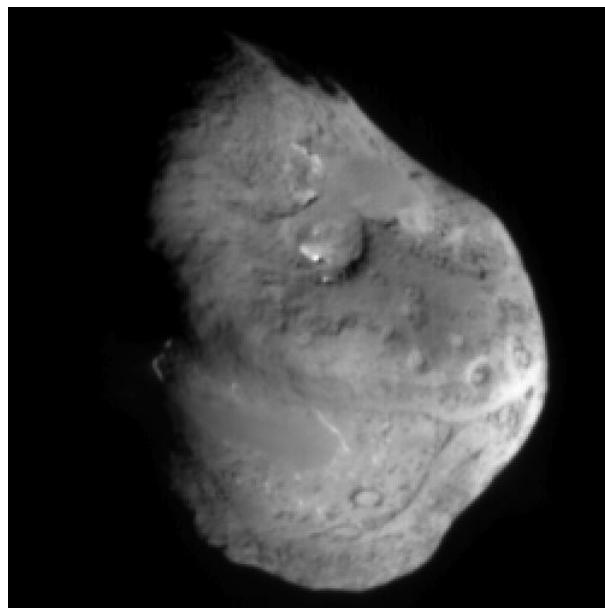
La Cometa Kohoutek ha ispirato numerosi musicisti e altri artisti:

- Il gruppo di musica elettronica tedesco dei Kraftwerk intitolò il loro primo singolo Kohoutek-Kometenmelodie, in onore della cometa, che proprio nel periodo della pubblicazione fine 1973, raggiunse il suo perielio.
- La band rock Journey intitolò un brano strumentale in onore della cometa sul loro album di debutto, nel 1975.
- Anche i R.E.M. chiamarono un loro brano Kohoutek, in onore della cometa, nel 1985, inciso sull'album Fables of the Reconstruction.
- "n Celebration Of The Comet - The Coming Of Kahoutek è il titolo di un Bootleg dei Pink Floyd circolato tra i fan. Registrato il 17 febbraio 1972, il concerto comprendeva una suite musicale chiamata dal gruppo Eclipse Suite, che successivamente venne registrata nuovamente in studio in Dark Side of the Moon un anno dopo. Il bootleg fu, per motivi commemorativi, registrato anche ufficialmente su doppio LP e distribuito nel cofanetto Eclipsed Green Box, uscito in edizione limitata di sole 100 copie.
- Sun Ra, eclettico jazzista, sperimentatore e amante dello spazio, dedicò alla cometa un live uscito postumo su disco registrato nel dicembre del 1973 alla Town Hall di New York, dal titolo Celebration for the Comet Kohoutec.
- Il fumettista Charles M. Schulz dedica alla vicenda della cometa le sue strisce dei Peanuts del 29 e 31 dicembre 1973 e quelle del 2 e 3 gennaio 1974. In queste, Snoopy e Woodstock hanno paura che l'avvicinamento di Kahoutek sia il presagio della fine del mondo e decidono di proteggersi nascondendosi sotto una coperta.



**Orbita della cometa e della Terra**

## **Cometa 9P/Tempel**



<b>Scoperta</b>	3 aprile 1867
<b>Scopritore</b>	Ernst Tempel
<b>Semiasse maggiore</b>	3,136 UA
<b>Perielio</b>	1,525 UA
<b>Afelio</b>	4,747 UA
<b>Periodo orbitale</b>	5,55 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	10° 522'
<b>Eccentricità</b>	0,513
<b>Longitudine del nodo</b>	68° 714'
<b>Ultimo Perielio</b>	2 agosto 2016
<b>Prossimo Perielio</b>	4 marzo 2022
<b>Dimensione</b>	14x4x4 km
<b>Magnitudine apparente</b>	11 max

La cometa Tempel 1, formalmente indicata 9P/Tempel, è una cometa periodica del Sistema solare, appartenente alla famiglia delle comete gioviane. La cometa è stata visitata il 4 luglio 2005 dalla sonda Deep Impact della NASA, che ha colpito il nucleo cometario con un proiettile impattatore, ed è stata nuovamente visitata il 14 febbraio 2011 dalla sonda Stardust nell'ambito della missione Stardust-NExT.

### **Storia Osservativa**

#### **La scoperta**

La cometa fu scoperta il 3 aprile 1867 da Ernst Tempel, dall'osservatorio di Marsiglia. Al momento della scoperta designazioni 9P/1867 G1 e 1867 II, per la cometa fu calcolato un periodo orbitale di 5,68 anni. Fu successivamente osservata nel 1873 9P/1873 G1, 1873 I, 1873a e nel 1879 1879 III, 1879b. Nel 1881 la cometa transitò in prossimità di Giove, a 0,55 UA dal pianeta. L'orbita della cometa ne risultò mutata: il periodo orbitale aumentò a 6,5 anni e la distanza perielica aumentò di 50 milioni di chilometri, rendendo la cometa meno visibile dalla Terra. Le osservazioni fotografiche compiute durante il 1898 e il 1905 nel tentativo di rintracciare la cometa al ritorno al perielio furono infruttuose e gli astronomi supposero che la cometa si fosse disintegrata.

### ***La riscoperta***

La cometa Tempel 1 venne riscoperta 13 orbite più tardi, negli anni 1960 come 9P/1967 L1, 1966 VII, dopo che l'astronomo inglese Brian G. Marsden ebbe effettuato calcoli più precisi della sua orbita, tenendo conto delle perturbazioni dovute a Giove. Marsden calcolò che i passaggi ravvicinati con Giove avvenuti nel 1941 0,41 UA e nel 1953 0,77 UA avevano fatto diminuire sia la distanza del perielio che il periodo orbitale a valori più piccoli rispetto a quelli posseduti dalla cometa al momento della scoperta rispettivamente 5,84 e 5,55 anni. Tali passaggi ravvicinati hanno portato la cometa Tempel 1 nell'orbita attuale, che si trova in risonanza orbitale 1:2 con Giove. Malgrado le previsioni per il ritorno fossero sfavorevoli, nel 1967 Elizabeth Roemer del Catalina Observatory svolse una ricerca fotografica mirante all'individuazione della cometa. Il primo controllo non rivelò nulla, ma nell'esposizione dell'8 giugno 1968 la Tempel 1 aveva passato il perielio in gennaio era presente l'immagine di un oggetto diffuso della 18<sup>a</sup> magnitudine, molto vicino alla posizione della cometa predetta da Marsden. Sfortunatamente, una singola immagine non permette di calcolare un'orbita, quindi si dovette attendere il ritorno successivo. La Roemer riscoprì la cometa assieme a L. M. Vaughn l'11 gennaio 1972 dall'Osservatorio Steward 9P/1972 A1, 1972 V, 1972a. Nel 1972 la cometa divenne facilmente osservabile, raggiungendo a maggio la luminosità massima con magnitudine 11. Venne osservata fino al 10 luglio. Da allora la cometa è stata osservata ad ogni apparizione: nel 1978 1978 II, 1977i, nel 1983 1983 XI, 1982j, nel 1989 1989 I, 1987e1, nel 1994 1994 XIUX, 1993c, nel 2000 e nel 2005. Il periodo orbitale attuale è di 5,51 anni. La Tempel 1 non è una cometa luminosa; finora non ha mai superato l'undicesima magnitudine, ben lontano dal limite di visibilità ad occhio nudo. In base a misure ottenute in luce visibile con il telescopio spaziale Hubble e nell'infrarosso con il Telescopio spaziale Spitzer, si è calcolato che le sue dimensioni siano di 14x4 km. Combinando queste osservazioni si è ottenuto un'albedo del 4% e un periodo di rotazione di due giorni.

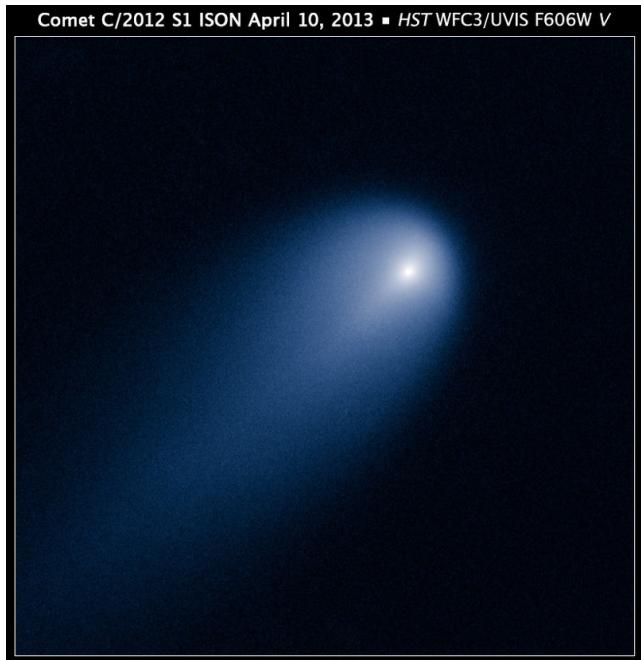
### ***La Missione spaziale Deep Impact***

Il 4 luglio 2005, un giorno prima del perielio, alle 05:52 UTC la sonda Deep Impact della NASA ha colpito la cometa Tempel 1 con un proiettile impattatore. Osservazioni dalla Terra e con i telescopi spaziali hanno mostrato un aumento di alcune magnitudini dopo l'impatto. Il cratere che si è formato ha un diametro che raggiunge i 200 metri ed una profondità di 30-50 metri. Lo spettrometro del telescopio ha rilevato particelle di polvere più fini di un cappello umano ed ha scoperto la presenza di silicati, carbonati, smectite, solfuri metallici, come la pirite, carbonio amorofo e idrocarburi policiclici aromatici. La Tempel 1 è stata nuovamente visitata il 14 febbraio 2011 dalla sonda Stardust nell'ambito della missione Stardust-NEXT. L'estensione della missione è stata approvata nell'intenzione di osservare in modo migliore il cratere creato dalla Deep Impact. La Tempel 1 è stata la prima cometa ad essere visitata due volte da una sonda spaziale. Dopo la missione, la sonda è andata definitivamente fuori servizio.



**La Tempel 1 dopo l'impatto con il proiettile della Deep Impact**

### ***Cometa ISON***



<b>Scoperta</b>	21 settembre 2012
<b>Scopritore</b>	V. Mikalaevic – A. Olegovic
<b>Semiasse maggiore</b>	5436,586 UA
<b>Perielio</b>	0,012 UA
<b>Afelio</b>	10873, 16 UA
<b>Periodo orbitale</b>	400864,5 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	62° 405'
<b>Eccentricità</b>	0,999
<b>Longitudine del nodo</b>	295° 651'
<b>Ultimo Perielio</b>	2 agosto 2016
<b>Prossimo Perielio</b>	
<b>Dimensione</b>	km
<b>Magnitudine apparente</b>	-5,5 max

La cometa ISON, chiamata anche C/2012 S1 ISON, era una cometa radente e non periodica scoperta il 21 settembre 2012 dal bielorusso Vital Mikalaevič Newski e dal russo Artëm Olegovič Novičonok. La scoperta è stata effettuata utilizzando un telescopio riflettore di 0,4 m dell'International Scientific Optical Network vicino a Kislovodsk in Russia. La sua scoperta suscitò la speranza che si trattasse della prima cometa ben visibile a occhio nudo dall'emisfero boreale dal 1997 anno della Hale-Bopp. Le speranze di un magnifico spettacolo vennero comunque disilluse durante l'autunno. La cometa ISON si è disintegrata al perielio il 28 novembre 2013, lasciando solo un tenue residuo di polveri e frammenti.

### **Scoperta**

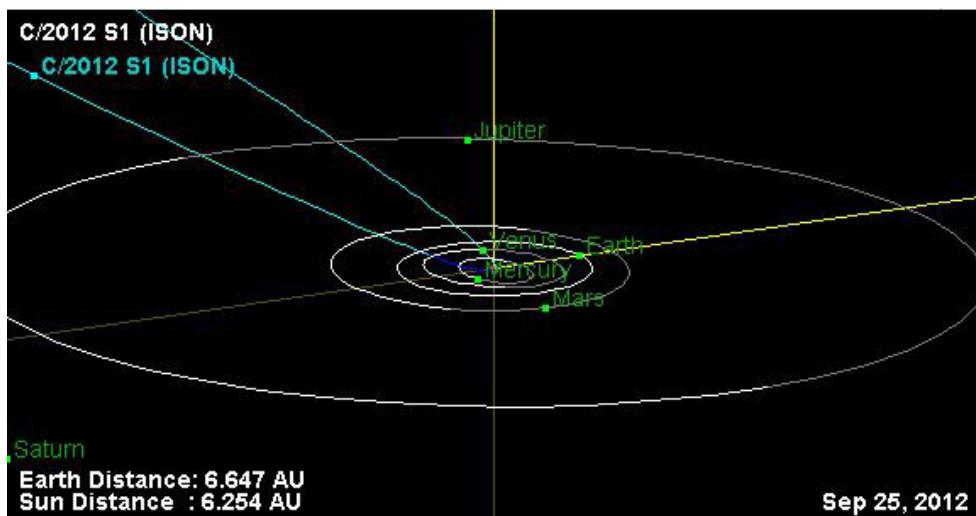
Al momento della scoperta la cometa si trovava a circa 615 milioni di km di distanza dal Sole, ovvero poco oltre l'orbita gioviana. La scoperta della cometa è stata effettuata dagli astronomi Vital Mikalaevič Newski e Artëm Olegovič Novičonok il 21 settembre 2012, entrambi lavorano all'International Scientific Optical Network in Russia. Dopo tre giorni durante i quali vengono misurate posizioni astrometriche per calcolare un'orbita preliminare, il 24 settembre 2012, dopo che nel frattempo sono state trovate immagini di pre scoperta risalenti fino al dicembre 2011, viene annunciata ufficialmente la scoperta della cometa. La scoperta che aveva già suscitato notevoli aspettative tra gli astronomi professionisti e gli astrofili fa il giro del mondo in poche ore. In seguito sono state scoperte immagini di pre scoperta risalenti fino al 30 settembre 2011.

## **Denominazione**

La denominazione C/2012 S1 ISON deriva da: C, in quanto non periodica; 2012, in quanto scoperta in tale anno; S1, in quanto prima cometa scoperta nella seconda metà del mese di settembre; ISON, in quanto scoperta nel corso del programma di ricerca International Scientific Optical Network. Il nome Cometa ISON con cui è comunemente indicata dalla stampa rischia di essere, pertanto, fonte di possibile confusione: se nel corso dello stesso programma di osservazione venisse scoperta una cometa dello stesso genere a fine febbraio 2015 essa verrebbe denominata C/2015 D1 ISON.

## **Orbita**

Nell'ottobre del 2012 ISON si trovava fra l'orbita di Giove e l'orbita di Saturno. La cometa è transitata al perielio il 28 novembre 2013 ad una distanza di 0,012 UA dalla superficie solare. La sua orbita è iperbolica e molto inclinata rispetto al piano dell'eclittica, elementi che fanno ritenere altamente probabile che la cometa provenga dalla nube di Oort. La cometa è passata a circa 0,07 UA da Marte il 1º ottobre 2013 ed il 26 dicembre 2013 è passata a circa 0,4 UA, circa 60 milioni di km, dalla Terra, cioè 160 volte la distanza Terra-Luna, per confronto, la luminosissima cometa Hale-Bopp, passò a 197 milioni di km dalla Terra.

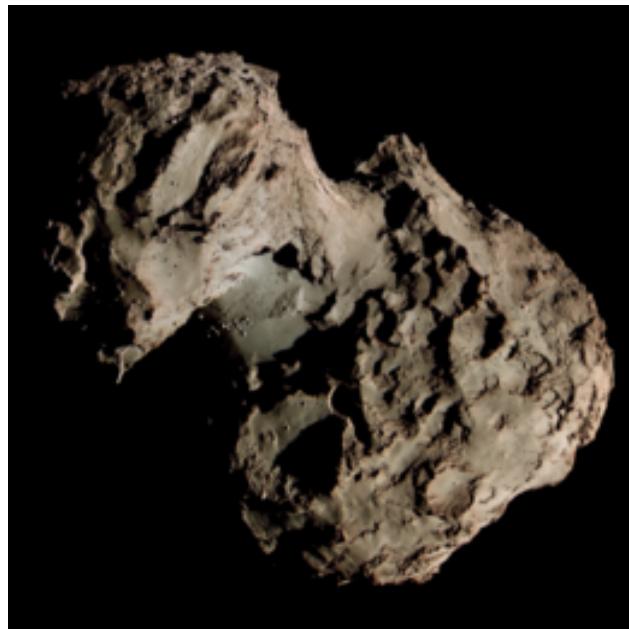


Posizione della Cometa ISON il 25 settembre 2012

## **Visibilità**

Al momento della scoperta, ISON aveva una magnitudine apparente di 18,8. Questa cometa, prima del suo primo passaggio al perielio, passaggio particolarmente vicino al Sole, come le altre comete provenienti dalla Nube di Oort, non ha mai subito stress gravitazionali né shock termici; questo fece sì che creò aspettative di forte visibilità fino ad un livello molto ottimistico di una lunga coda di circa 100 volte più luminosa di Venere e probabilmente anche più luminosa della Luna, visibile anche in pieno giorno. Nelle ore attorno al passaggio al perielio la cometa, secondo alcune stime, avrebbe potuto raggiungere una magnitudine di -13,1 portandosi al livello, e forse anche superando, quella della cometa Ikeya-Seki che nel 1965 raggiunse la magnitudine di -10. Secondo le previsioni avrebbe potuto rimanere di magnitudine negativa fra il 24 novembre e il 3 dicembre, invece la cometa diminuì gradualmente le aspettative di visibilità già qualche mese prima dell'avvicinamento al perielio, a causa di alcuni improvvisi ed inaspettati **outburst**. Qualche giorno dopo il passaggio al perielio, secondo i dati raccolti da SOHO, la cometa ISON si frantumò in buona parte, subendo una perdita di luminosità tale da rendere impossibile la visione amatoriale.

## Cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko



La cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko fotografata da Rosetta.

<b>Scoperta</b>	20 settembre 1969
<b>Scopritore</b>	K. Ivanovic – S. Ivanovna
<b>Semiasse maggiore</b>	3,463 UA
<b>Perielio</b>	1,242 UA
<b>Afelio</b>	5,684 UA
<b>Periodo orbitale</b>	6,45 anni
<b>Inclinazione orbitale</b>	7° 041'
<b>Eccentricità</b>	0,641
<b>Longitudine del nodo</b>	50° 160'
<b>Ultimo Perielio</b>	12 agosto 2015
<b>Prossimo Perielio</b>	2 novembre 2021
<b>Dimensione</b>	3,5x4 km
<b>Magnitudine apparente</b>	12 max

67P/Churyumov-Gerasimenko o Cometa Churyumov-Gerasimenko è una cometa periodica del nostro Sistema solare, dal periodo orbitale di 6,45 anni terrestri. Appartiene alla famiglia delle comete gioviane. È stata raggiunta nell'agosto del 2014 dalla sonda Rosetta, dell'Agenzia Spaziale Europea. La sonda, il 12 novembre del 2014, ha rilasciato il lander Philae, che ha raggiunto la superficie della cometa, studiandola dopo aver rimediato ad un guasto successivo all'atterraggio. Inoltre, ha seguito la cometa nel suo viaggio verso il perielio, studiando i processi che conducono alla formazione ed evoluzione della coda e della chioma della stessa. Intanto si è fatta una stima della sua massa: sembra sia di circa dieci miliardi di tonnellate. Il 30 settembre 2016 la sonda Rosetta finisce la sua missione impattando sul suolo della cometa nelle vicinanze di una fossa chiamata Deir el-Medina.

## **Scoperta**

La Churyumov-Gerasimenko è stata scoperta da Klym Ivanovyč Čurjumov del quale il Minor Planet Center ha adottato la translitterazione anglosassone Churyumov per denominare la cometa grazie all'analisi di una fotografia scattata l'11 settembre 1969 presso l'osservatorio di Almaty da Svetlana Ivanovna Gerasimenko, che stava studiando la cometa 32P/Comas Solá. Čurjumov ritenne dapprima che si trattasse della stessa cometa Comas Solá, salvo poi analizzare ulteriormente le immagini in data 22 ottobre e riconoscere una distanza di 1,8 gradi fra la posizione prevista della cometa e quella del corpo celeste effettivamente presente in fotografia. Successivi studi permisero di individuare la stessa Comas Solá nella posizione prevista; questo dimostrò che la cometa immortalata nell'immagine era in realtà un altro corpo, sino a quel momento sconosciuto.

## **Galleria Immagini**

In preparazione della missione Rosetta, il 12 marzo 2003, il Telescopio spaziale Hubble è stato rivolto verso la cometa. Grazie alle immagini ricevute è stato possibile ricostruirne un modello tridimensionale del nucleo. Tra marzo e maggio del 2014, la sonda Rosetta nel suo avvicinamento ha ripreso il formarsi della chioma, quando la cometa passava da 640 a 610 milioni di chilometri di distanza dal Sole. Il nucleo cometario, stimato dalla osservazione di Rosetta da una distanza di circa 1,5 milioni di chilometri, è di circa 4 km. Grazie alle osservazioni della sonda Rosetta condotte nell'estate 2014, è stato possibile identificare la cometa come composta di due lobi, uno maggiore di dimensioni circa  $4,1 \times 3,2 \times 1,3 \text{ km}^3$  ed uno minore di dimensioni circa  $2,5 \times 2,5 \times 1,0 \text{ km}^3$ , congiunti da una specie di collo. Il che fa sospettare che possa essere una cometa binaria a contatto.

## **Evoluzione dell'orbita**

Tipicamente, una cometa che raggiunga una particolare vicinanza con i giganti gassosi Giove o Saturno è destinata a subire una notevole variazione dell'orbita; è il caso della Churyumov-Gerasimenko, il cui perielio, pari a 4,0 UA nel 1840, si è ridotto a 3,0 e quindi a 1,28 UA a causa di due successivi incontri con Giove, il secondo dei quali avvenuto nel 1959.

## **Missione sulla Cometa**

Nel 2014, l'Agenzia Spaziale Europea ha fatto atterrare, dopo 10 anni di volo per raggiungere la cometa, il lander Philae trasportato dalla sonda Rosetta. L'obiettivo principale della missione Rosetta era lo studio della cometa 67P/Churyumov–Gerasimenko; inizialmente avrebbe dovuto prelevare dei campioni e riportarli a terra il nome iniziale della missione era Comet Nucleus Sample Return, ma in seguito, come spesso accade nelle missioni spaziali per problemi di costi, tempi e tecnologia, lo scopo finale della missione è stato così modificato: orbitare intorno alla cometa da agosto 2014 a dicembre 2015, espellendo a novembre 2014 una sonda secondaria destinata ad atterrare sulla cometa per analizzarne la composizione. Il 12 novembre 2014, il lander Philae è stato lanciato verso il nucleo della cometa ed è atterrato alle 17:03 UTC+1, dopo circa 7 ore di volo tra la sonda madre e la cometa.

# **Cometa C/2020 F3 NEOWISE**



Cometa C/2020 F3 NEOWISE fotografata alle 4:10 da Lastra a Signa Firenze, Italy. Somma di 60x2s + 30x1s.  
Telescopio newton 200/800 su montatura equatoriale. Camera astronomica CMOS. Campionamento: 1,19  
arcsec/px. Opera propria. Autore: Maurizio Berti

<i>Scoperta</i>	27 marzo 2020
<i>Scopritore</i>	NEOWISE
<i>Semiasse maggiore</i>	357.719 UA
<i>Perielio</i>	0,295 UA
<i>Afelio</i>	UA
<i>Periodo orbitale</i>	6.768 anni
<i>Inclinazione orbitale</i>	128° 938'
<i>Eccentricità</i>	0,999
<i>Longitudine del nodo</i>	50° 160'
<i>Ultimo Perielio</i>	3 luglio 2020
<i>Prossimo Perielio</i>	6.768
<i>Dimensione</i>	km
<i>Magnitudine apparente</i>	0.9 max

C/2020 F3 NEOWISE è una cometa scoperta il 27 marzo 2020 dal telescopio spaziale NEOWISE. Ha raggiunto il perielio il 3 luglio ed il suo punto più vicino alla Terra il 23 luglio.

### Osservazioni e luminosità

Alla data della scoperta si trovava nella costellazione australe della Poppa, muovendosi in direzione del Cane Maggiore. Ha attraversato l'eclittica il 1º luglio nella costellazione dell'Ariete ed è giunta al perielio nella costellazione di Auriga. Alla minima distanza dalla Terra si trovava nell'Orsa Maggiore ed infine ha riattraversato l'eclittica in novembre nella costellazione dello Scorpione. Durante il perielio la cometa ha raggiunto la magnitudine di 0,9 diventando quindi visibile ad occhio nudo.



**Traiettoria della cometa C/2020 NEOWISE in cielo**

### **Orbita**

La cometa ha un'orbita retrograda con un'eccentricità di 0,9991762 e una forte inclinazione rispetto all'eclittica di 128,938°. L'afelio si situa nella Fascia di Kuiper. Ha raggiunto il 3 luglio il perielio passando a 0,295 UA 44 milioni di km dal Sole e il punto della sua orbita più vicino alla Terra il 23 luglio passando a circa 0,69 UA 103 milioni di km di distanza dal pianeta.



**La cometa C/2020 F3 NEOWISE nel cielo di Roma**

***Raccolta effettuata dalla Enciclopedia Wikipidia e Biblioteca  
dell'Osservatorio e Ricerche di Arcetri Firenze***

**MauroAldigi**