

40 ANNI FA LA NAVICELLA SPAZIALE GIOTTO INCONTRAVA LA COMETA DI HALLEY

Nella notte tra il 13 e il 14 marzo 1986, la sonda Giotto dell'ESA si avvicinò alla cometa di Halley fino a soli 596 km di distanza, rivelando per la prima volta l'aspetto ravvicinato del nucleo di una cometa. Ricordiamo l'anniversario riportando le immagini di allora con due presentazioni tratte dal sito ESA del 14 marzo 2016 e del 13 marzo 2006, e un nostro articolo sulle missioni spaziali dedicate alla cometa di Halley tratto dalla Circolare n. 54 del settembre 1985.



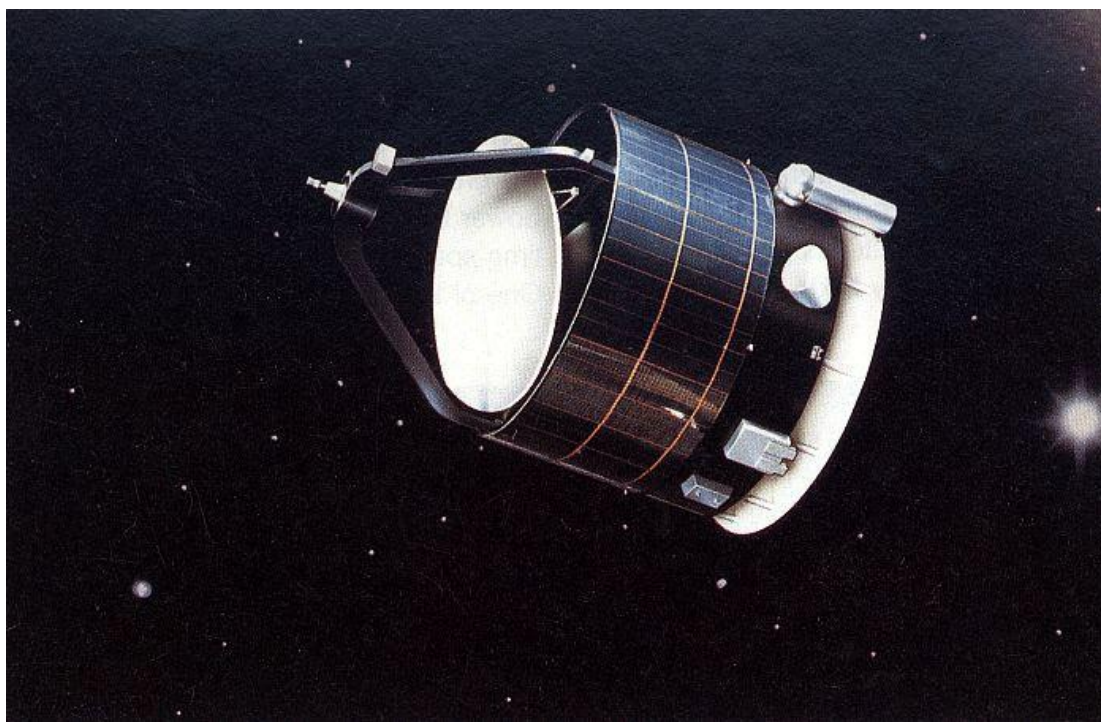
Questo montaggio presenta sei immagini dello storico sorvolo: la prima (in alto a sinistra) è stata scattata circa tre ore prima del massimo avvicinamento, da una distanza di 766.371 km, mentre l'ultima (in basso a destra) è stata scattata solo 27 secondi prima del massimo avvicinamento, a 1917 km dal nucleo. Man mano che Giotto si avvicinava, le immagini mostravano un oggetto estremamente scuro a forma di patata, di dimensioni $15 \times 7,2 \times 7,2$ km.

Crediti: ESA/Giotto/HMC – © MP Ae/MPS 1986

La cometa è anche nota come 1P/Halley, dove 1P indica che è stata la prima cometa ad essere identificata come periodica. Fu Edmond Halley a riconoscere che le comete osservate nel 1531, 1607 e 1682 presentavano proprietà orbitali straordinariamente simili, suggerendo che potessero trattarsi dello stesso oggetto, che ritornava regolarmente nei nostri cieli.

Nel 1705, predisse che la cometa, muovendosi lungo un'ellisse molto allungata con un periodo di circa 76 anni, sarebbe stata nuovamente visibile nel 1758. Sfortunatamente, Halley morì prima di allora, ma altri astronomi osservarono il ritorno nel 1758 e nel 1759, confermando la sua previsione e, con essa, la possibilità che le comete potessero effettivamente essere periodiche. Le successive apparizioni della cometa di Halley, nel 1835 e nel 1910, furono attese con impazienza e fornirono nuove informazioni sulla natura delle comete, grazie a strumenti astronomici sempre più potenti. Dopo l'avvento dell'era spaziale nella seconda metà del XX secolo, il ritorno della cometa nel 1986 fu accolto con entusiasmo da una flotta di sonde spaziali. La missione Halley Armada comprendeva Giotto, insieme a due sonde sovietiche, Vega-1 e Vega-2, e due giapponesi, Sakigake e Suisei. Anche l'International Cometary Explorer (IEC) della NASA, che era stata la prima missione spaziale ad avvicinarsi a una cometa, passando a circa 7800 km dalla cometa 21P/Giacobini-Zinner nel 1985, osservò la cometa di Halley nel 1986. Giotto, che prende il nome dal pittore italiano che nel 1303 raffigurò la stella di Betlemme come una cometa, ottenne le immagini più ravvicinate mai scattate a una cometa fino ad allora. Dopo che Vega-1 e Vega-2 si avvicinarono rispettivamente a 8900 km e 8000 km all'inizio di marzo 1986, l'ESA utilizzò i loro dati per guidare Giotto ancora più vicino. [...]

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2016/03/Giotto_approaching_Comet_Halley



La sonda Giotto. Crediti: ESA
<https://www.cosmos.esa.int/web/giotto>

Venti anni fa, nella notte tra il 13 e il 14 marzo del 1986, la sonda Giotto, lanciata dall'ESA, era protagonista di un breve incontro ravvicinato con la cometa di Halley. Il viaggio di Giotto costituiva la prima missione dell'ESA nello spazio profondo e faceva parte di un ambizioso sforzo internazionale per risolvere gli enigmi che circondavano questo misterioso oggetto.

L'avventura era iniziata il 2 luglio del 1985, quando Giotto venne lanciato da un vettore Ariane 1 (il volo V14). Dopo tre orbite attorno alla Terra, il motore di bordo venne acceso per consentire l'inserimento della navicella in un'orbita interplanetaria. Dopo una navigazione di otto mesi e quasi 150 milioni di chilometri, il 12 marzo del 1986 gli strumenti del veicolo spaziale individuarono i primi ioni di idrogeno della cometa di Halley. In quel momento Giotto si trovava ancora a una distanza di 7,8 milioni di chilometri dalla cometa.

Giotto incontrò la cometa di Halley circa un giorno più tardi, quando attraversò l'onda d'urto che viene prodotta dal vento solare quando le particelle solari supersoniche rallentano fino a velocità subsonica. Quando Giotto entrò nella parte più densa della chioma polverosa della cometa, la fotocamera di bordo iniziò a seguire l'oggetto più luminoso (il nucleo) mantenendolo nel proprio campo di vista.

Un entusiasmo irrefrenabile si scatenò allo European Space Operations Centre (ESOC) di Darmstadt, in Germania, quando le prime immagini sfocate e i dati relativi iniziarono ad arrivare. . I dieci team sperimentali analizzarono a fondo le prime informazioni raccolte e si gettarono a capofitto nella preparazione di un'analisi preliminare.

122 minuti prima del massimo avvicinamento venne registrato il primo di una serie di oltre 12.000 impatti con particelle di polvere della chioma della cometa. Le immagini dell'avvicinamento di Giotto sino a una distanza di circa 2000 chilometri dal nucleo cometario vennero trasmesse a Terra. Nel suo avvicinamento alla cometa, Giotto dovette attraversare un getto di materiale che sgorgava direttamente dal nucleo e quindi la frequenza degli impatti con particelle di polvere crebbe enormemente.

A quel punto, la sonda stava viaggiando alla velocità di 68 chilometri al secondo rispetto alla cometa. Appena 7,6 secondi prima del punto di massimo avvicinamento, il veicolo spaziale venne fatto piroettare su sé stesso dall'impatto con una particella di "grandi" dimensioni (un grammo). Questo portò alla perdita temporanea del contatto con la Terra. Il pubblico televisivo e gli angosciati membri del team Giotto temettero che la navicella fosse andata distrutta nell'impatto ma, con grande sorpresa di tutti, ben presto le informazioni di Giotto ripresero ad arrivare a Terra, sia pure in modo intermittente. Giotto era ancora operativo.

Nei successivi 32 minuti, i razzi direzionali del robusto veicolo spaziale ne stabilizzarono il movimento e fu possibile ristabilire completamente il contatto con la navicella. Quando finalmente si riuscì a riprendere il controllo della sonda, Giotto era già passato a circa 596 chilometri dal nucleo e stava proseguendo verso lo spazio interplanetario.

Il piccolo veicolo spaziale, così incredibilmente resistente continuò a inviare a terra dati scientifici per altre 24 ore durante il suo viaggio verso lo spazio profondo. L'ultimo impatto con particelle di polvere venne rilevato 49 minuti dopo il massimo avvicinamento.

Lo storico incontro ebbe termine il 15 marzo, quando gli esperimenti condotti dai vari team di Giotto vennero interrotti.

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Il_breve_incontro_di_Giotto

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Giotto_s_brief_encounter



LE MISSIONI SPAZIALI VERSO LA COMETA DI HALLEY

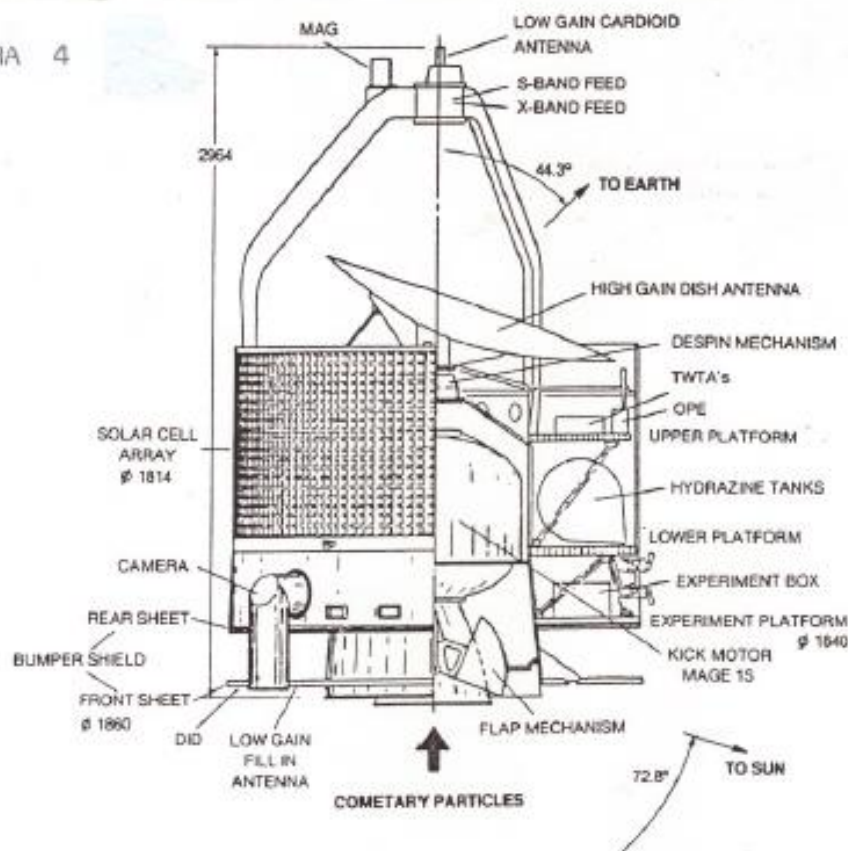
Nel mese di marzo del prossimo anno 5 sonde automatiche avvicineranno a turno la cometa di Halley per studiarne le caratteristiche dallo spazio; sarà anche la prima volta che un'organizzazione a livello mondiale, la International Halley Watch (IHW), si occuperà del coordinamento delle varie osservazioni di una cometa, ottenute sia con mezzi posti sulla superficie terrestre che nello spazio e compiute sia da astronomi professionisti che di lettanti.

I motivi che hanno condotto gli studiosi ad organizzare una campagna osservativa così articolata sono molteplici: innanzitutto la Halley è una cometa periodica di cui sono noti con buona approssimazione gli elementi orbitali, il che permette di calcolare accuratamente la sua posizione e quindi di osservarla per gran parte della sua orbita, oltre al fatto che diventa anche possibile programmare delle missioni spaziali aventi come obiettivo un incontro ravvicinato. Inoltre nei suoi precedenti passaggi la Halley si è sempre dimostrata una cometa molto attiva ed ha presentato tutta la gamma di fenomenologie tipiche di questa classe di corpi celesti; infine c'è anche da considerare il significato storico che tale cometa possiede, in quanto le testimonianze della sua osservazione da parte dell'uomo coprono un arco di tempo di più di due millenni.

Iniziamo la descrizione delle varie sonde spaziali che incontreranno la cometa di Halley con quella dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), a cui è stato dato il nome di "GIOTTO": tale decisione deriva dal fatto che il famoso pittore fiorentino fu il primo del suo tempo a ritrarre una cometa in modo realistico nel suo affresco "l'adorazione dei Magi", provabilmente avendo preso come modello la Halley osservata qualche anno prima (passaggio del 1301).

Esternamente la sonda appare come dalla figura 4 (a pag. seguente), dove è possibile notare il corpo principale cilindrico (diametro 1.8 m; altezza 1.6 m), la cui superficie è quasi interamente ricoperta di celle solari, l'antenna ad alto guadagno e la struttura a tre bracci che fa da supporto al suo illuminatore e ad altri apparati; in basso è anche parzialmente visibile la strumentazione destinata alla navigazione ed allo studio "in situ" della cometa.

FIGURA 4



La sonda "GIOTTO", del peso di circa 960 kg, è stata lanciata il 2 luglio di quest'anno dalla base spaziale di Kourou, nella Guyana Francese, mediante un razzo vettore "Ariane 1"; dapprima essa è stata posta in un'orbita di parcheggio molto ellittica ($e = 0.73$) con perigeo di 200 km ed apogeo di circa 36000 km, e quindi dopo 3 rivoluzioni, corrispondenti a circa 30 ore, mediante l'accensione del motore d'apogeo è stata immessa su di una traiettoria di trasferimento che la porterà nelle vicinanze della cometa di Halley il 13 marzo 1986 dopo un viaggio di 700 milioni di km destinato a durare 253 giorni.

A causa del fatto che tale cometa si muove in modo retrogrado, non risulta possibile programmare un incontro o "rendez-vous" in modo che una sonda si affianchi progressivamente ad essa con grandi vantaggi per l'osservazione, a meno di non ricorrere a sistemi propulsivi estremamente potenti e costosi; perciò in tutte le missioni si avrà un avvicinamento "veloce", che qualcuno ha paragonato al "tagliare la strada ad una locomotiva in corsa".

Nel caso di "GIOTTO" ciò è evidente dall'esame della figura 5 (a lato) che mostra la traiettoria della sonda rispetto al nucleo della cometa di Halley supposto fermo; durante l'incontro la distanza minima tra i due oggetti sarà di circa 500 km e la velocità relativa di 68 km/s. A queste velocità anche i minuscoli granelli di polvere che circondano il nucleo diventano un serio problema, in quan-

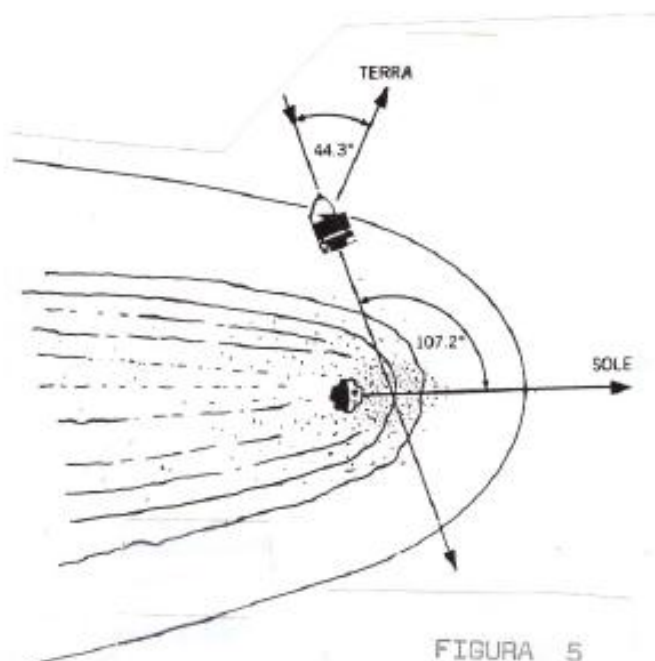


FIGURA 5

to si è calcolato che una particella di soli 0.1 grammi potrebbe forare uno scudo di alluminio spesso ben 8 cm; allo scopo di proteggere la sonda da questi impatti micidiali è stata concepita una protezione formata da due piastre, una in alluminio (spessore 1 mm) e l'altra in kevlar (12 mm) montate a 25 cm di distanza, il cui funzionamento si basa sul fatto che una particella impattante sulla prima piastra vaporizza estendendo il suo fronte d'urto e perdendo tanta energia da poter essere fermata dalla seconda; in questo modo si è riuscito a contenere enormemente i pesi rispetto ad una corazzatura massiccia. Questo tipo di protezione per ovvie ragioni lascia scoperto l'ugello del motore d'apogeo, che terminato il suo funzionamento viene però coperto da un sistema a settori sferici mobili.

La grande antenna parabolica da 1.5 m di diametro operante in banda S (2 GHz) ed in banda X (8 GHz) ed utilizzata per la trasmissione dei dati, è montata con una inclinazione fissa rispetto al corpo principale, pari a 44.3°, in quanto durante la fase di "rendez-vous" dovrà sempre essere rivolta verso la Terra; questo, siccome la sonda ruota attorno al proprio asse verticale (15 giri/minuto) per ragioni di stabilizzazione, comporta anche l'uso di un meccanismo di controrotazione, o "despin".

A bordo di "GIOTTO" sono imbarcati strumenti per compiere 10 tipi diversi di esperienze, di cui 4 vedono la partecipazione anche dell'Italia: esse riguardano lo studio della distribuzione delle polveri, dei campi magnetici, degli ioni cometari e solari, e l'investigazio-

ne fotografica del nucleo compiuta con l'ausilio di una camera di ripresa, che è una delle apparecchiature più sofisticate presenti sulla sonda: avente un peso di 12.6 kg ed un costo che si aggira sui 12 miliardi, essa permetterà di riprendere immagini a colori del nucleo con una risoluzione (al massimo avvicinamento) di poche decine di metri.

Al momento dell'incontro "GIOTTO" si troverà ad una distanza di 0.98 UA dalla Terra e 0.89 UA dal Sole; i dati raccolti dai vari strumenti saranno trasmessi in tempo reale alla velocità di 40 kbit/s verso il radiotelescopio di Parkes nel Galles del Sud, Australia (diametro 64 m), e di lì smistati tramite linea terrestre (8 kbit/s) alla stazione di Carnarvon che provvederà a trasmetterli via satellite al Centro Europeo di Darmstadt (ESOC) presso Francoforte, in Germania Federale.

In conclusione si può dire che questa per l'ESA sia una delle missioni più impegnative finora intraprese, in quanto è la prima volta che vengono affrontati i problemi della navigazione interplanetaria e quelli derivanti da un incontro ravvicinato con una cometa: ricordiamo infatti che "GIOTTO" sarà la sonda che più si avvicinerà al nucleo tra tutte le altre dirette verso la Halley; grazie all'alta risoluzione ottenibile nelle misure gli studiosi si attendono molto da questa missione, anche se non nutrono grandi speranze circa la sopravvivenza della sonda esposta per circa 4 ore al bombardamento delle particelle di polvere ad alta velocità.

L'agenzia spaziale sovietica "Intercosmos", in collaborazione con Francia, Germania, Austria e vari Paesi dell'Europa Centrale, ha programmato anch'essa un incontro con la cometa di Halley in occasione del suo prossimo passaggio al perielio, inviando due sonde identiche della serie "VERA" (fig. 6)

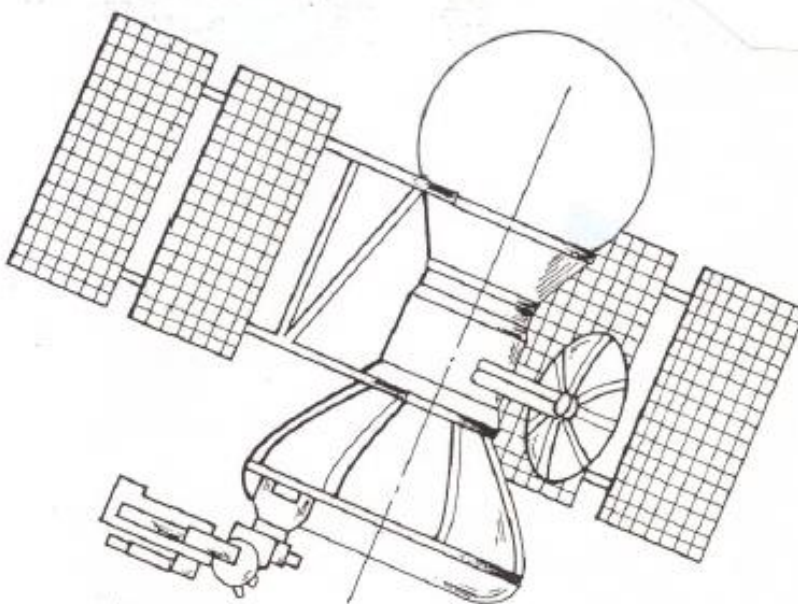


FIGURA 6

leggermente modificate; la missione prevede dapprima un sorvolo di Venere e lo sgancio di moduli d'atterraggio, e successivamente, grazie ad uno "swing-by" col pianeta, l'avvicinamento alla Halley dopo un viaggio di complessi vi 15 mesi.

La prima sonda, VEGA 1 (contrazione di VEnera-Galleia, poichè in russo così suonano i nomi di Venere e della Halley), è stata lanciata dalla base di Baikonur (nel Ca sakistan) con un vettore "Super Proton" il 15 dicembre 1984, ha raggiunto Venere l' 11 giugno di quest'anno e passerà alla minima distanza dalla cometa (velocità relativa 73 km/s) il 6 marzo prossimo; VEGA 2 invece è partita 6 giorni dopo la sonda gemella, ha sorvolato Venere 4 giorni dopo ed incontrerà la Halley con un ritardo di 3 giorni rispetto a VEGA 1.

Ciascuna delle sonde VEGA è composta da due sezioni, il modulo di atterraggio e quello di sorvolo. Il primo, del peso di circa 2 t, e protetto durante il volo da una carenatura sferica, è destinato allo studio di Venere e viene liberato nella sua atmosfera assieme ad un piccolo pallone sonda di 3.4 m di diametro: raggiunto il suolo frenato da un paracadute, esso trasmetterà vari dati prima di essere distrutto dalla terribile atmosfera venusiana, mentre il pallone sonda continuerà il suo volo per parecchi giorni ad un'altezza di 53 km, rilevando temperatura e pressione dell'atmosfera, velocità dei venti in quota, densità della copertura nuvolosa, ecc.

Il modulo di sorvolo si terrà in una zona di relativa sicurezza dalla polvere cometaria durante l'incontro con la Halley (10000 km per VEGA 1 e circa 6000 per VEGA 2), pur essendo munito di uno scudo simile a quello di "GIOTTO"; gli strumenti imbarcati studieranno le caratteristiche del nucleo, la struttura e la dinamica della chioma, la composizione dei gas e la distribuzione delle polveri in essa, l'interazione cometa-vento solare, ed inoltre saranno presenti due camere di ripresa a piccolo e medio campo destinate alla fotografia della chioma e del nucleo (massima risoluzione 200 m).

Un accordo internazionale stipulato tra l'ESA e l'Accademia delle Scienze dell'URSS (IKI) ha sancito la collaborazione tra i due organismi per lo studio della cometa di Halley dallo spazio: nel documento viene assicurata la messa a disposizione dei dati astrometrici del nucleo ottenuti dalle sonde VEGA per la guida di "GIOTTO", grazie al fatto che esse passeranno alla minima distanza qualche giorno prima di quest'ultimo e che la stabilizzazione su tre assi le rende particolarmente adatte per tale compito; l'ESA da parte sua dovrà fornire all'IKI assistenza alla navigazione mediante le osservazioni compiute da Terra della Halley e delle due sonde sovietiche

FIGURA 7

col sistema VLBI (Very Long Baseline Interferometry).

Le ultime due sonde dirette verso la Halley che prendiamo in considerazione sono la PLANET-A e la MS-T5, entrambe concepite dall'Agenzia Spaziale Giapponese o ISAS.

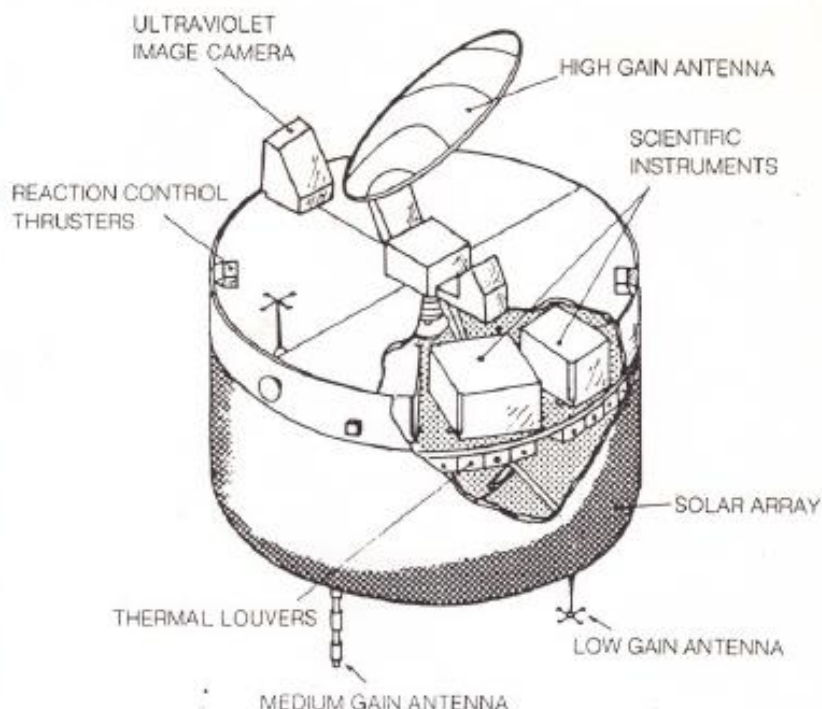
La sonda PLANET-A (fig. 7) è costituita da un corpo cilindrico (diametro 1.4 m, altezza 0.7 m)

sormontato da un'antenna ad alto guadagno, che analogamente a quella di "GIOTTO" è puntata in permanenza verso la Terra ed ha un meccanismo di "despin" per annullare la rotazione della sonda (5 giri/minuto); essa è stata lanciata il 16 agosto 1985 dal Centro Spaziale di Kagoshima (posto all'estremità sud dell'isola di Kyushu) con un razzo tri-stadio Mu-3U, il quale l'ha immessa subito in una traiettoria di trasferimento senza utilizzare un'orbita di parcheggio, il che comporta maggiori incertezze nella predizione della distanza minima dell'incontro, stimata grossolanamente in 200000 km.

PLANET-A ha un peso al lancio di 135 kg, di cui 10 kg sono di strumentazione, che comprende principalmente un analizzatore del vento solare ed una camera ultravioletta (massima risoluzione circa 30 km) destinata allo studio della chioma d'idrogeno, durante il cui funzionamento la rotazione del corpo principale viene quasi fermata.

Il viaggio della sonda dovrebbe durare complessivamente 204 giorni, essendo il "rendez-vous" previsto per l'8 marzo 1986, ad una velocità relativa di circa 70 km/s.

Infine la sonda MS-T5, soprannominata "Sakigake" (pioniera), è stata lanciata l'8 gennaio scorso ed è quella che passerà più lontana dalla Halley: infatti il massimo avvicinamento avverrà il 7 marzo 1986 dopo 423 giorni di viaggio, ad una distanza di 15 milioni di km; gli strumenti imbarcati sul veicolo del peso di 138 kg sono un magnetometro, un analizzatore di instabilità nel plasma, ed un rive-



latore del flusso di ioni nel vento solare.

Ricordiamo in conclusione che la sonda della NASA "ISEE 3" (poi ribattezzata ICE, International Cometary Explorer) lanciata il 12 agosto 1978 allo scopo di effettuare osservazioni della Terra, dopo diversi "swing-by" lunari è stata immessa in una traiettoria che la porterà dapprima in vicinanza della cometa Giacobini-Zinner e successivamente a 138 milioni di km (ottobre 1985) ed a 31 milioni di km (marzo 1986) dalla Halley.

P.P.

da *Circolare interna* n. 54, settembre 1985,
"Le missioni spaziali verso la Cometa di Halley" di Paolo Pognant, pp. 10-16



Immagine del nucleo della cometa di Halley ottenuta dalla Halley Multicolour Camera (HMC) a bordo della sonda Giotto, mentre passava a meno di 600 km dal nucleo della cometa il 13 marzo 1986.
Crediti; ESA/MPAe Lindau

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2011/03/Comet_Halley_s_nucleus_as_seen_by_Giotto

V. anche *Nova* n. 2904 del 9 febbraio 2026, "40 anni fa la Cometa di Halley passava al perielio"