* NOVA *

N. 3074 - 18 NOVEMBRE 2026

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

VOYAGER 1 DISTA UN GIORNO-LUCE

Alle 11:16:07 di mercoledì 18 novembre 2026 Voyager 1 ha raggiunto, e subito superato, la distanza di un giorno-luce dalla Terra (v. Nova *3073). Da circa 28 anni la sonda detiene il primato di oggetto costruito dall'uomo più lontano del cosmo e due strumenti su undici sono ancora operativi. Leopoldo Benacchio (Inaf): «È un traguardo non solo simbolico: è senza precedenti. Ma ci sbatte in faccia quanto sia davvero difficile andarsene dalla Terra».*

Da MEDIA INAF *del 16 novembre 2026, riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Valentina Guglielmo.*

Il rumore di tasti è quello di sempre, al Jet Propulsion Laboratory della Nasa, a Pasadena, in California. Dal centro di controllo parte un messaggio, uno dei tanti che quotidianamente lascia la Terra per raggiungere uno qualunque degli oggetti inviati dall'uomo per osservare il cosmo o camminare su pianeti dove lui non può mettere piede. Questo però non va in un luogo preciso. Ma nemmeno in un luogo qualunque. Va più lontano di tutti: dopo un secondo circa raggiunge la Luna, in appena otto minuti si allontana più del Sole, in un'ora è già oltre Giove, poi Saturno, Urano, Nettuno, Plutone. E poi più niente. Diciassette ore dopo, supera l'eliopausa, il confine oltre il quale il vento solare lascia posto al mezzo interstellare. È buio, fa freddo, e per miliardi di chilometri sembra non esserci nulla. Sette ore dopo, finalmente, la destinazione: Voyager 1. L'oggetto costruito dall'uomo più lontano nel cosmo. Riceve il messaggio 24 ore dopo. Lo legge, risponde. Arriverà a Pasadena il giorno successivo.



Rappresentazione artistica della sonda Voyager della Nasa con l'antenna puntata verso la Terra. Crediti: Nasa/Jpl

La *Nova* è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.
È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5.
I dati personali utilizzati per l'invio telematico della *Nova* sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

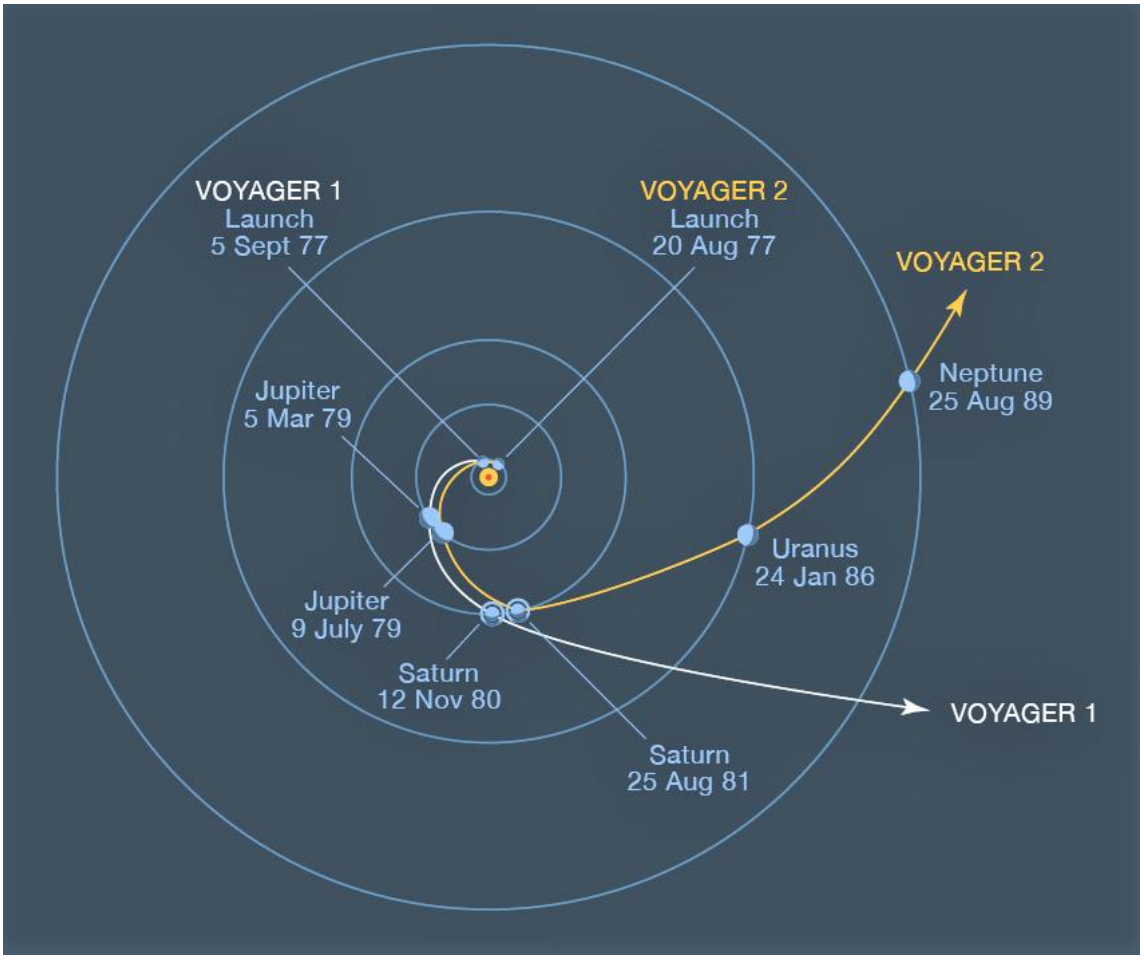
Il 18 novembre, alle 11:16:07 ora italiana, dopo 49 anni, due mesi e 13 giorni di viaggio, la sonda della Nasa Voyager 1 varcherà la distanza – impressionante, simbolica e senza precedenti – di un giorno luce. In chilometri, 25.9 miliardi. Circa settantamila volte la distanza fra la Terra e la Luna, oltre 170 volte la nostra distanza dal Sole. Talmente lontano che anche il messaggero più veloce che abbiamo a disposizione, la luce, appare un comunicatore inefficiente. Da più di 28 anni, da quando ha superato la sonda Pioneer 10 il 17 febbraio 1998, Voyager 1 è l'oggetto costruito dall'uomo più lontano dalla Terra e, giorno dopo giorno, senza rivali, continua a battere i suoi stessi record. La tappa di oggi non è che un simbolo: nessuna barriera fisica superata, nessun luogo particolare raggiunto, ma una nuova occasione per sorprenderci di fronte a una macchina costruita negli anni Settanta che ancora funziona, si allontana e, soprattutto, comunica con noi.

Gli anni del concepimento delle missioni Voyager coincidono con il periodo in cui nasceva l'idea di esplorare il Sistema solare esterno, e non era certo l'epoca più ricca per l'esplorazione spaziale. All'inizio degli anni Settanta, la Nasa usciva dal programma Apollo e il governo aveva deciso di tagliare i fondi destinati ai nuovi progetti. Sul piatto, però, c'erano già diverse promesse – come il programma Viking e la serie di sonde Mariner – e alcune idee irrinunciabili, come il programma Shuttle e la costruzione di un telescopio orbitante, il futuro telescopio spaziale Hubble. Ma non bastavano a soddisfare il desiderio degli scienziati già entusiasti della vittoria americana nella corsa allo spazio. Volevano vedere cosa ci fosse al di là della fascia degli asteroidi situata fra Marte e Giove, verso i confini esterni del Sistema solare. Ad aprire la strada, di nome e di fatto, le sonde Pioneer: nate per dirigersi verso la Luna, le ultime due della serie (Pioneer 10 e 11) furono inviate nello spazio profondo, superarono l'orbita di Marte e proseguirono verso i pianeti esterni. Per anni, Pioneer 10 ha detenuto il record di essere l'oggetto costruito dall'uomo più lontano nel cosmo. La cosa fondamentale, però, fu che queste sonde costituirono un vero e proprio test di volo per le future missioni Voyager.

All'epoca, l'esplorazione spaziale era un campo relativamente giovane, in cui la tecnologia del volo si sviluppava di pari passo con la teoria delle orbite. Ci si rese conto ben presto che inviare una sonda nel Sistema solare esterno, e, in generale, il più lontano possibile, è soprattutto una questione di propellente. Non di tecnologia, di energia, di hardware né di comunicazione. Lontano nello spazio significa dispendioso in termini di tempo e, quindi, di propellente. Per questo, la nascita del programma Voyager non poteva prescindere dall'applicazione di una tecnica di navigazione orbitale nuova e rivoluzionaria: la fionda gravitazionale. Si tratta, in sostanza, di sfruttare la gravità di un pianeta per modificare la traiettoria e accelerare o decelerare una sonda. Un qualsiasi corpo errante nello spazio – naturale o artificiale che sia, come una cometa o un satellite – può entrare nella sfera di influenza gravitazionale di un pianeta massiccio e sfruttare il suo moto orbitale per accelerare o decelerare risparmiando tempo e, nel caso di una sonda, propellente. Per fare un esempio concreto, utilizzando i mezzi, il propellente e la tecnologia disponibili in quegli anni, un viaggio verso Nettuno era stimato durare 30 anni. Grazie all'effetto fionda gravitazionale, il tempo di percorrenza si poteva ridurre fino a soli otto anni. E c'è di più: negli anni in cui alla Nasa fu proposta l'idea di Grand Tour del Sistema solare – ovvero la costruzione di una flotta di sonde che visitassero, dividendoseli, tutti i pianeti del Sistema solare esterno – ci si rese conto che fra il 1977 e il 1979 si sarebbe verificato un raro allineamento planetario (che si verifica ogni 175 anni circa) che consentiva, con una sola sonda in partenza dalla Terra, di visitare Giove, Saturno, Urano, Nettuno e persino Plutone. Programmando una serie di manovre di assistenza gravitazionale che riducessero opportunamente i tempi di percorrenza.

Dal concetto al concreto, alla fine degli anni Sessanta la Nasa decise di dare una possibilità a quest'idea, finanziando un gruppo di lavoro che studiasse e sviluppasse nel dettaglio un progetto di sonda per il Sistema solare esterno. Il programma Tops: *Thermoelectric planet outer spacecraft*. La sfida era costruire una sonda in grado di affrontare un viaggio lungo almeno dieci anni, di resistere a campi di radiazione molto intensi come il vento solare o le radiazioni emesse da Giove, di sopportare temperature dai 93,3 gradi circa più vicino al Sole fino ad almeno -240 gradi nello spazio profondo, e dotata di un sistema di alimentazione che prescindesse dall'energia solare – ovvero basato su un generatore termoelettrico a radioisotopi. Tutte caratteristiche, queste, di cui sono state dotate le due sonde gemelle infine costruite: Voyager 1 e Voyager 2. E che hanno consentito loro di sopravvivere e funzionare non solo per dieci anni,

ma per quasi cinquanta, allontanandosi più di qualunque altra cosa mai costruita, prima visitando i pianeti esterni e poi spingendosi oltre l'immaginabile: fuori dal Sistema solare.
La cosa forse più sorprendente di queste sonde, però, non è la resistenza di tutti i sistemi elencati sopra, ma la tecnologia che ha permesso loro di funzionare, il loro cervello: il computer di bordo. Il sistema informatico delle Voyager è composto da tre sottosistemi, ciascuno dotato di due unità ridondanti, per un totale di sei computer. Anche se chiamarli computer, con l'accezione odierna, rischia di essere fuorviante. La memoria complessiva di questi sei computer, infatti, è di circa 68 kB: per dare un'idea, i 128 GB di memoria interna dei nostri smartphone corrispondono a circa due milioni di volte quella dei computer delle Voyager. E per salvare una semplice foto da 5 MB servirebbe la memoria di 75 sonde Voyager.



Rappresentazione schematica della traiettoria delle sonde Voyager 1 e Voyager 2, che mostra tutti i sorvoli ravvicinati dei pianeti del Sistema solare. La sonda Voyager 1 è partita circa due settimane dopo la gemella Voyager 2, e seguendo una traiettoria più diretta con una velocità maggiore l'ha superata il 15 dicembre 1977, circa tre mesi dopo il suo lancio. Crediti: Nasa/Jpl

«Voyager 1 è una macchina incredibile per gli standard odierni, perché ha un hardware con cui oggi non si farebbe neanche un frullatore», commenta **Leopoldo Benacchio**, astronomo all'Inaf di Padova. «Invece questo satellite, nonostante questa limitatissima potenza di calcolo, è riuscito a superare qualunque aspettativa. Certo, il team di controllo missione a terra è stato bravissimo, perché più volte è intervenuto per risolvere problemi e sostituire pezzi di software da miliardi di chilometri di distanza, sfruttando una memoria con cui qualunque ricercatore oggi non comincerebbe nemmeno a lavorare. L'altro aspetto incredibile sono i suoi strumenti, che in parte ancora funzionano e funzionavano quando Voyager ha superato un altro record senza precedenti: il confine dell'eliosfera. E questo è stato un traguardo davvero importante, perché prima di allora non avevamo mai esplorato direttamente questa transizione, né visto che cosa succede nello spazio interstellare. Avevamo solo teorie in mano».

Sorprendente non solo come questa tecnologia si sia dimostrata durevole nel tempo – e qui, d'accordo, vi concedo commenti del tipo "oggi non si fanno più le cose come una volta" – ma anche come, da allora, gli ingegneri della Nasa siano riusciti a intervenire in modo continuativo sul software di bordo, modificando le sequenze operative e spegnendo selettivamente componenti per prolungare la vita della sonda. Anche in questo caso, Voyager detiene un primato: è stata la prima sonda dotata di un software di bordo riprogrammabile per il controllo dell'assetto e degli strumenti, in un mondo in cui i satelliti funzionavano ancora con circuiti fissi integrati o, al massimo, con schede di memoria *read-only*. Riprogrammare un software a distanza, in molti casi, significa salvare la vita di una sonda. Consentirle di eliminare strumenti che creano problemi o malfunzionamenti, farle risparmiare energia, e risolvere problemi tecnici che possono rivelarsi fatali. Nella storia dell'esplorazione spaziale – così come nella storia delle sonde Voyager – questi problemi non sono mancati. Ad oggi, degli undici strumenti a bordo di Voyager 1, due sono ancora attivi: il magnetometro per la misurazione dei campi magnetici e il Plasma wave subsystem, per lo studio delle onde e della densità del plasma.
E se finora la politica di risparmio energetico della Nasa, rispetto alla missione Voyager, si traduceva nello spegnimento progressivo degli strumenti scientifici, da qualche mese è stata messa a punto una nuova strategia in grado di sfruttare alcune componenti presenti a bordo per sostituire alcuni sistemi energivori con altri. Il tutto, mantenendo l'equilibrio termico e la funzionalità attuale. La nuova strategia di risparmio energetico si chiama "Big Bang" ed è stata prima testata su Voyager 2 e poi, lo scorso settembre, implementata anche su Voyager 1.
Facciamo un passo indietro. L'alimentazione di entrambe le sonde è affidata a tre generatori termoelettrici a radioisotopi (Rtg), dispositivi che producono elettricità convertendo il calore generato dal decadimento radioattivo del plutonio-238 in energia elettrica. Il problema è che il plutonio decade progressivamente e, con il passare del tempo, diminuisce anche la quantità di energia elettrica disponibile. Si stima che la perdita sia di circa 4 watt all'anno per ciascuna sonda, il che può sembrare poco, ma, se si considera che le Voyager sono partite quasi mezzo secolo fa, ci si rende conto che la coperta, oggi, è corta. In altre parole, i margini energetici sono estremamente ridotti e pochi watt di risparmio possono valere anni di vita. Inoltre, l'energia prodotta non serve soltanto ad alimentare gli strumenti scientifici, ma tutti i sistemi di bordo e alcuni riscaldatori indispensabili per evitare che le temperature scendano troppo. In particolare, è fondamentale impedire che il propellente nelle condutture dei sistemi di propulsione geli: se i propulsori non potessero più funzionare correttamente, la sonda rischierebbe di non riuscire a mantenere l'antenna di comunicazione orientata verso la Terra.

La nuova strategia ideata dalla Nasa prevede di spegnere contemporaneamente tre dispositivi elettrici presenti a bordo e sostituirli con tre alternative a minor consumo energetico. Non si tratta quindi di sostituire i generatori, né di modificare gli strumenti scientifici: si interviene su alcuni dispositivi del sistema di bordo che contribuiscono anche a mantenere una temperatura adeguata all'interno della sonda. Nello specifico, due riscaldatori elettrici sono stati sostituiti con altri due riscaldatori meno energivori, è stato disattivato un registratore a nastro (negli anni reso non indispensabile dall'adozione di nuove modalità operative) e, al suo posto, è stato attivato un dispositivo del sistema di propulsione che, come effetto del proprio funzionamento, genera calore.
Un aspetto fondamentale di questa operazione è che questi tre dispositivi devono essere sostituiti tutti contemporaneamente, per risparmiare energia mantenendo inalterata la distribuzione del calore nella sonda. I componenti elettrici e gli strumenti di Voyager, infatti, non svolgono soltanto la funzione per cui sono stati progettati: contribuiscono anche, direttamente o indirettamente, a riscaldare l'ambiente circostante. Dopo quasi cinquant'anni nello spazio, è necessario considerare ogni watt consumato anche in termini di calore prodotto e di distribuzione all'interno della sonda. Se si spegnessero soltanto i due riscaldatori, per esempio, si potrebbe risparmiare elettricità, ma si raffredderebbero eccessivamente alcune zone.
Difficile dire quanta vita in più riescano a guadagnare le sonde grazie a questo nuovo intervento. Secondo i calcoli, il risparmio dovrebbe essere dell'ordine di dieci watt, pari a più di due anni di perdita progressiva di energia dei generatori Rtg. Comunque, dopo la dichiarazione del 2022 di Suzanne Dodd,

project manager delle missioni Voyager, che aveva indicato come obiettivo operativo di entrambe le missioni gli anni Trenta, la Nasa non ha fornito nuove stime.
L'implementazione della nuova strategia di risparmio, nel caso di Voyager 1, avviene in un periodo piuttosto turbolento. Lo scorso 17 aprile 2026, a causa di un improvviso calo della potenza disponibile, il team della missione si è visto costretto a spegnere il Low-Energy Charged Particles (Lecp), lo strumento che misurava le particelle cariche a bassa energia. Fra il 2023 e il 2025, poi, almeno tre episodi hanno minacciato la sopravvivenza della sonda: un guasto al computer di bordo, un'interruzione delle comunicazioni della sonda e un problema ai propulsori. Quest'ultimo, in particolare, è stato un problema molto serio poiché riguardava i piccoli propulsori che consentono alla sonda di mantenere l'antenna puntata verso la Terra. Con il passare degli anni, i tubicini che trasportano il propellente all'interno dei propulsori si sono progressivamente ostruiti a causa dell'accumulo di residui. Il rischio, se i propulsori non riescono più a funzionare correttamente, è perdere l'orientamento e, di conseguenza, non poter più comunicare con la Terra. La situazione, nel caso di Voyager 1, era ancor più delicata perché anche i propulsori di riserva presentavano problemi. Nel 2004, infatti, un gruppo di propulsori utilizzati per controllare la rotazione della sonda era stato dichiarato inutilizzabile a causa del malfunzionamento di due piccoli riscaldatori interni. In assenza di alternative, nel 2025 gli ingegneri hanno deciso di tentare il recupero del sistema, sospettando che il guasto fosse dovuto a un'anomalia nei circuiti di alimentazione dei riscaldatori, anziché a un danno irreversibile. Il 20 marzo 2025 il tentativo è riuscito: i riscaldatori si sono riattivati e i propulsori, rimasti inattivi per oltre vent'anni, sono tornati disponibili.



Il "Pale Blue Dot" è una fotografia della Terra scattata il 14 febbraio 1990 dalla sonda Voyager 1 della Nasa a una distanza di 6 miliardi di chilometri dal Sole. L'immagine ha ispirato il titolo del libro dello scienziato Carl Sagan, "Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space" (Il pallido punto blu: una visione del futuro dell'umanità nello spazio), in cui scriveva: "Guardate di nuovo quel puntino. Quello siamo noi. Quella è casa nostra. Quelli siamo noi". L'immagine qui sopra, intitolata "Pale Blue Dot Revisited", è stata realizzata nel 2020 in occasione del trentesimo anniversario di quella foto iconica. La versione aggiornata ha utilizzato software e tecniche moderne di elaborazione delle immagini per rivisitare la famosa veduta della Voyager, cercando al contempo di rispettare i dati originali e l'intento di chi aveva progettato le immagini. Crediti: Nasa/Jpl-Caltech

Tutto bene, fino a un mese fa. Il 18 ottobre scorso il Deep Space Network non è riuscito a rilevare il segnale di Voyager 1 durante due tentativi di comunicazione, effettuati a 24 ore di distanza l'uno dall'altro. Il segnale è ricomparso il 20 ottobre, senza alcun intervento, dopo circa 48 ore di interruzione. Le prime verifiche hanno indicato che un gruppo di propulsori era fuori servizio e che il sistema automatico aveva attivato quelli di riserva. Si era quindi attivata una procedura di protezione che aveva portato la sonda in una configurazione sicura, sospendendo le normali operazioni. In un comunicato stampa del 29 ottobre, la Nasa ha confermato il ripristino delle comunicazioni, dichiarando di indagare ancora sulle cause dell'anomalia. Si è trattato di un episodio significativo perché dimostra che, nonostante il recupero dei propulsori di riserva nel 2025, il sistema di controllo dell'assetto resta uno dei punti critici della missione. Soprattutto perché, lo ripetiamo, perdere la possibilità di comunicare significherebbe perdere la sonda.

«Essere giunti a una distanza di un giorno luce dopo così tanti anni di viaggio è un traguardo non solo simbolico: è senza precedenti», conclude Benacchio. «Dall'altro lato, però, ridimensiona molto il sogno di poter arrivare alla stella più vicina oltre il Sole. Proxima Centauri si trova a circa 4 anni luce: più di 1500 volte la distanza percorsa da Voyager in 49 anni. È un limite contro cui sbattiamo la testa da sempre. Indagare se siamo davvero soli è una propensione naturale dell'uomo, certamente ne vale la pena, ma questo traguardo ci sbatte in faccia quanto sia davvero difficile andarsene dalla Terra. E il problema non è la tecnologia, non sono gli strumenti, non sono nemmeno i costi. Il vero problema dell'astronautica è la propulsione. Con la propulsione che abbiamo oggi, basata sul principio newtoniano di azione e reazione, non andiamo da nessuna parte. Sì e no sulla Luna, capirai. Voglio dire, questo è un problema su cui stanno lavorando tantissime persone, ma per ora non se ne esce. Prendiamo la propulsione elettrica, ad esempio: è un sistema ottimo, durevole, però è ancora più lento. Tornando a Voyager 1, io credo che quello odierno sia davvero un traguardo importante, anche perché la sonda continua a funzionare incredibilmente, ed è poco più di un carillon. Mentre oggi usiamo delle bande musicali di 300 strumenti».

Valentina Guglielmo

https://www.media.inaf.it/2026/11/16/voyager-1-dista-un-giorno-luce/

https://www.youtube.com/watch?v=PKXtfdWXXjM ("Voyager 1, 24 ore prima di raggiungerti", di **Federica Duras**)

- Guarda la posizione aggiornata delle sonde Voyager 1 e Voyager 2 sul sito della Nasa
- Ascolta l'episodio di Houston "A un passo da perdere Voyager 2" sul canale YouTube di *Media Inaf* o su Spotify

***Nova* AAS sulla missione Voyager 1**

222 – Missione Voyager 1 - 31 luglio 2011
317 – Voyager 1 verso la frontiera del sistema solare - 24 giugno 2012
340 – Voyager 1 continua il suo viaggio - 5 settembre 2012
479 – Voyager 1 ai confini del sistema solare - 27 giugno 2013
508 – Voyager 1: in viaggio da 36 anni - 4 settembre 2013
515 – Voyager 1 ha lasciato il sistema solare - 12 settembre 2013
516 – Ancora sull'ingresso del Voyager 1 nello spazio interstellare - 14 settembre 2013
543 – Suoni dal Voyager 1 - 7 novembre 2013
754 – Tre onde d'urto per Voyager 1 - 20 dicembre 2014
1091 – Carl Sagan a vent'anni dalla morte - 20 dicembre 2016
1192 – Voyager 2 e Voyager 1 In viaggio da 40 anni - 17 agosto 2017
1232 – Musica Cosmica sulle note di Voyager 1 - 12 novembre 2017
1240 – Riaccensione di Voyager 1 - 7 dicembre 2017
1565 – Voyager 1 e 2: nuovi piani di gestione - 12 luglio 2019
1689 – A 30 anni da "Pale Blue Dot" - 14 febbraio 2020
2145 – Problemi di telemetria dal Voyager 1 - 21 maggio 2022
2198 – Risolto il problema di telemetria dal Voyager 1 - 1 settembre 2022
2424 – Voyager 1 nello spazio - 12 settembre 2023
2484 – Problemi a bordo della Voyager 1 - 21 dicembre 2023
2555 – Voyager 1 ha ripreso l'invio di dati tecnici a Terra - 3 maggio 2024
2771 – Voyager 1: propulsori riparati dopo 21 anni - 21 maggio 2025
2948 – Spento uno strumento a bordo della Voyager 1 per mantenerla operativa - 22 aprile 2026
3073 – La navicella spaziale Voyager 1 a un giorno-luce dalla Terra - 17 novembre 2026