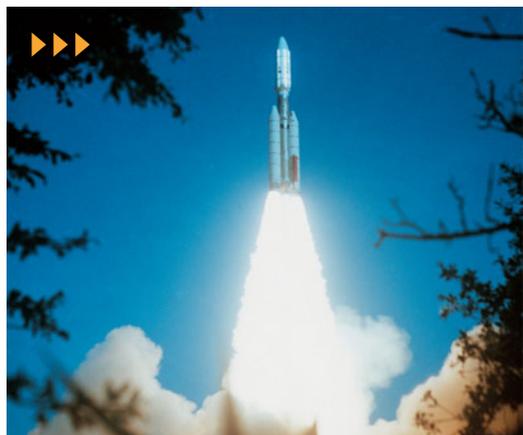


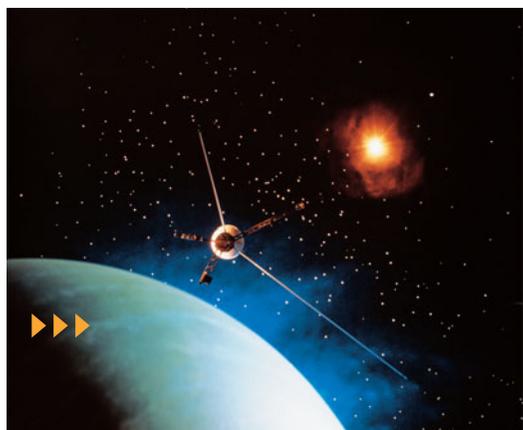
## UNA VERIFICA SPERIMENTALE DELLE LEGGI DELLA DINAMICA: LA SONDA VOYAGER 2



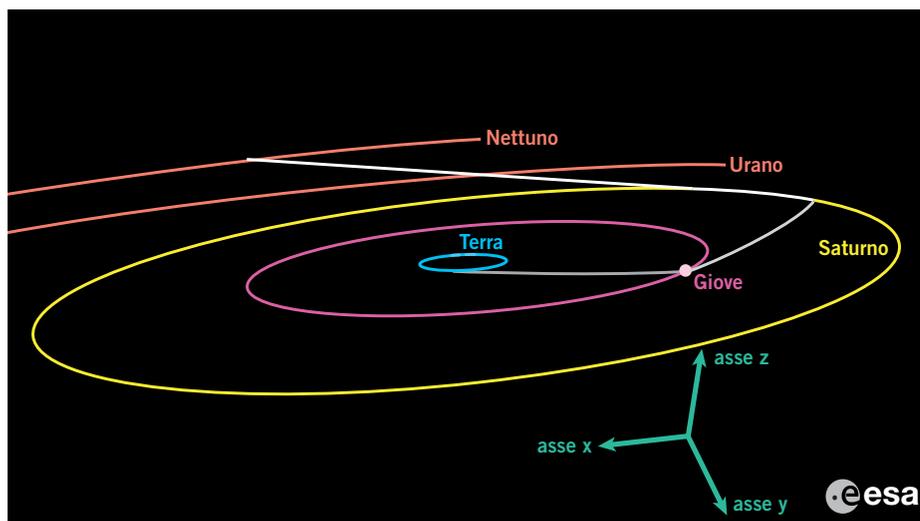
La **sonda Voyager 2** fu lanciata da Cape Canaveral alle 14:29:00 (tempo universale UTC) di sabato 20 agosto 1977.

Circa due anni dopo, il 9 luglio 1979 alle 22:29:51 UTC, la sonda raggiunse la minima distanza da Giove. Il tutto era stato progettato affinché l'intensa gravità di Giove deviasse la traiettoria della sonda verso Saturno; inoltre, nel passaggio vicino a Giove la sonda ricevette una «spinta» gravitazionale (effetto fionda) che ne aumentò la velocità in modo che potesse arrivare più rapidamente a Saturno.

Così Voyager 2 giunse alla minima distanza da Saturno il 26 agosto 1981 alle 03:24:57 UTC, di lì venne accelerata verso Urano, dove giunse (alla minima distanza) il 24 gennaio 1986 alle 17.59.47 UTC e, infine, da Urano venne indirizzato di nuovo **verso Nettuno**, che la sonda sorvolò alla minima distanza il 25 agosto 1989 alle 03.56.36 UTC.



La **figura 1** mostra la complessa traiettoria seguita dalla sonda nel sistema di riferimento IRC, che è un sistema di riferimento inerziale utilizzato in astronomia. Sono indicati gli orientamenti dei tre assi del sistema di riferimento IRC. L'origine degli assi si trova, per definizione, nella posizione in cui si trovava il baricentro del Sistema Solare alle ore 12:00:00 UTC del primo gennaio 2000.



**Figura 1** Per disegnare questa figura la traiettoria della sonda Voyager II è stata calcolata al centro ESTEC dell' *European Space Agency* (ESA).

Dopo avere raccolto e trasmesso a Terra una quantità enorme di informazioni e dopo avere reso possibile una serie di scoperte, ora la sonda Voyager 2 si sta allontanando dal Sole alla velocità di 15,478 km/s.

L'enorme successo della sonda Voyager 2 è dovuto al grande accordo tra le previsioni degli scienziati e la traiettoria seguita dalla sonda. I principi della dinamica sono stati utilizzati per prevedere le orbite dei pianeti e dei loro satelliti e per controllare il comportamento della sonda.

Le spinte del razzo di partenza e quelle dei piccoli razzi di navigazione (la sonda ne ha sedici) sono stati calibrati in modo che le accelerazioni subite dalla sonda fossero esattamente quelle che servivano per mantenerla sulla traiettoria calcolata.

Lo stesso è vero per tutte le sonde analoghe (per esempio la sonda gemella Voyager 1 lanciata il 5 settembre 1977, la **sonda Cassini** lanciata il 15 ottobre 1997, la sonda New Horizons lanciata il 19 gennaio 2006).



Christian Danks/Science Photo Library

In tutti i casi il successo di queste missioni è una conferma della validità delle leggi della dinamica esposti nel capitolo «I principi della dinamica».

## ESERCIZI

### DOMANDE SUI CONCETTI

- 1** ★★ Mediante una ricerca in Internet, confronta l'elenco dei pianeti sorvolati dalla sonda Voyager 2 con il corrispondente elenco relativo alle sonde Cassini e New Horizons.
- 2** ★★ In una rilevazione del febbraio 2012 il Voyager 2 risultava a una distanza (in linea d'aria) di circa  $1,5 \times 10^{13}$  m dalla Terra.
  - ▶ Valuta il valore della velocità media mantenuta dalla sonda a partire dal suo lancio.

### QUESITI PER L'ESAME DI STATO

Rispondi al quesito in un massimo di 10 righe

- 3** ★★ Utilizzando come esempio il caso della sonda Voyager 2, spiega come i principi della dinamica permettano di prevedere il moto dei corpi e come una conferma sperimentale dei comportamenti previsti sia una conferma indiretta dei principi stessi.