

Autostrade planetarie



di Roberto Battiston

Professore ordinario di fisica generale all'Università di Perugia e direttore della Sezione di Perugia dell'Istituto nazionale di fisica nucleare

La gravità è l'unica delle quattro forze fondamentali ad avere un ruolo nella dinamica planetaria. Rispetto alle altre forze, ha un'altra caratteristica unica, quella di potere essere fatta sparire con estrema facilità. Basta non ostacolarla ed essa... scompare! È poco intuitivo per chi è bloccato dalla superficie terrestre, ma è l'esperienza quotidiana degli astronauti che galleggiano in orbita sulla Stazione spaziale internazionale. Se fossimo chiusi in un ascensore che cade liberamente verso la Terra non ci sarebbe nessun esperimento in grado di dirci che ci troviamo in un sistema di riferimento accelerato e non in un sistema inerziale! Questa equivalenza è così profonda che Einstein pose il principio di «equivalenza forte» alla base della sua teoria generale della relatività.



Un satellite in orbita ha un'energia totale che è data dalla somma dell'energia cinetica, che è sempre maggiore o eguale a zero, e dell'energia potenziale gravitazionale, che è sempre minore di zero. L'energia totale può quindi essere maggiore o minore di zero. Un satellite che abbia un'energia totale negativa percorre orbite ellittiche ed è legato al pianeta; se ha energia totale maggiore di zero non è legato al pianeta e percorre un'orbita iperbolica. Andare nello spazio consiste semplicemente nel variare la nostra energia totale in modo da renderla meno negativa di quanto non sia quando siamo sulla superficie terrestre.

A questo servono i razzi. Liberarsi dall'attrazione della Terra richiede l'energia necessaria per portare la nostra velocità dai circa 0,5 chilometri

al secondo che già abbiamo, in quanto trascinati dalla rotazione terrestre, a circa 11 chilometri al secondo. Per staccarsi dalla Luna, che è 82 volte più leggera della Terra, di energia ne serve circa 20 volte di meno. Viaggiare nello spazio richiede quindi più o meno energia a seconda del pianeta da cui si parte, e vi sono traiettorie più o meno «energivore» per spostarsi tra due punti.

L'opportunità, nella dinamica orbitale, è molto importante. Per esempio un satellite inserito in una certa orbita può facilmente trasferirsi da un pianeta all'altro senza spendere energia, trovandosi nel posto giusto al momento giusto e con la velocità giusta. Con opportune manovre si possono anche usare i pianeti come elastici gravitazionali, per aumentare o diminuire la velocità di un satellite. Un viaggio interplanetario può essere quindi fatto a scrocco dell'energia gravitazionale planetaria, a costo di durare più tempo.

Il primo satellite che ha sfruttato un meccanismo di «fionda gravitazionale» è stato il Pioneer 10, che nel dicembre 1973 si è avvicinato a Giove alla velocità di 9,8 chilometri al secondo e lo ha lasciato alla velocità di 22,4. Viceversa una poderosa «frenata gravitazionale» ha permesso al Mariner 10 di raggiungere Mercurio nel 1974, una missione apparentemente impossibile ma realizzata grazie a un'idea del grande astronomo padovano Giuseppe «Bepi» Colombo.

In un sistema a due corpi, esistono inoltre cinque punti, i punti lagrangiani, dove la somma delle forze gravitazionali è uguale alla forza centripeta necessaria a tenere in orbita un satellite. Tre rappresentano un equilibrio instabile, due stabile. Questi punti hanno un ruolo molto importante nelle missioni spaziali, perché un satellite che giunga in una di queste posizioni può rimanervi «fermo» (rispetto ai due corpi) per lunghi periodi di tempo consumando pochissima energia. I punti lagrangiani si spostano assieme ai corpi celesti, e con essi i satelliti che vi si trovano. I punti lagrangiani «instabili» di diverse coppie di pianeti possono inoltre essere collegati da opportune orbite.

Questi percorsi sono autostrade interplanetarie, che permettono di spostarsi da un punto all'altro del sistema solare consumando poca energia. Si tratta di autostrade invisibili, per cercare le quali sono in corso di sviluppo metodi matematici sofisticati derivati dalla topologia: le autostrade del cielo hanno un ruolo chiave per l'esplorazione planetaria, e sono oggetto di un intenso studio.

A SPASSO TRA I PIANETI.
L'opportuno sfruttamento della spinta gravitazionale dei pianeti crea percorsi invisibili che consentono di viaggiare nel sistema solare con pochissima spesa energetica.

JPL/NASA