

# Galileo Galilei va nello spazio

## Un piccolo satellite in orbita per provare le basi della relatività generale.

di Anna Nobili

Il principio di equivalenza viene verificato sperimentalmente sia utilizzando delle bilance di torsione, sia con misure di distanza Terra-Luna mediante raggi laser, grazie alle quali è possibile dedurre se la Terra e la Luna “cadono” nel campo gravitazionale del Sole allo stesso modo. I risultati indicano che la Terra attrae le masse sospese sulle bilance di torsione con uguale accelerazione, e così il Sole attrae la Terra e la Luna con uguale accelerazione. “Uguale” in queste misure significa che in ciascun caso il rapporto tra le accelerazioni differisce da uno per un valore piccolissimo: un numero preceduto da 13 o 14 zeri.

Verifiche molto più precise sono possibili eseguendo l'esperimento all'interno di un satellite in orbita bassa attorno alla Terra: le masse di prova (che in questo caso sono dei cilindri) sarebbero analoghe a quelle di Galileo nel leggendario esperimento dalla torre di Pisa, salvo che in questo caso la “torre” sarebbe di altezza infinita! A causa dei brevi tempi di caduta, in realtà, lo stesso Galileo non lasciò cadere i corpi, ma usò dei pendoli e ne osservò le oscillazioni, come fece anche Newton dopo di lui.

Nei tre esperimenti spaziali proposti recentemente, l'americano Step (*Satellite Test of Equivalence Principle*), il francese Scope (*microScope*), in costruzione, e l'italiano GG (*Galileo Galilei*), i cilindri sono coassiali e concentrici, e dotati

di un sistema di lettura degli effetti di accelerazioni relative, quindi dell'uno rispetto all'altro. Tra queste ci si aspetta di rivelare anche quella dovuta ad una possibile violazione del principio di equivalenza, cioè al fatto che uno dei due cilindri sia attratto dalla Terra più o meno dell'altro a causa della diversa composizione. Un tale effetto si verificherebbe con la stessa frequenza con cui il satellite orbita attorno alla Terra, cioè una volta ogni 6.000 secondi circa. Perché la sensibilità dello strumento sia alta, occorre che i due cilindri siano “accoppiati” il più debolmente possibile, cioè risentano il meno possibile l'uno della presenza dell'altro (per molte ragioni usare cilindri totalmente liberi è svantaggioso). L'assenza di peso nello spazio permette accoppiamenti debolissimi, e quindi sensibilità molto maggiori che a terra. Lo strumento deve ruotare a frequenza maggiore di quella con cui il satellite orbita intorno alla Terra. In questo modo, un'eventuale violazione del principio di equivalenza si manifesta come un segnale di frequenza diversa da quella dei disturbi connessi al moto orbitale, e più alta, in modo da ridurre l'inevitabile rumore introdotto dall'elettronica di controllo dello strumento. Per questo, in GG l'asse di simmetria dei cilindri coincide con l'asse di simmetria di tutto il satellite che, ruotando velocemente su se stesso (compie un giro ogni mezzo secondo),

si stabilizza senza bisogno di controllo esterno. Tutto il sistema ruota insieme e i cilindri di prova sono sensibili nel piano perpendicolare all'asse, che è anche approssimativamente il piano dell'orbita. L'alta frequenza della rotazione consente così di eliminare molti disturbi. GG punta a verificare il principio di equivalenza con la precisione di una parte su  $10^{17}$ , il che richiede di misurare spostamenti tra i cilindri di circa un milionesimo di millimetro.

La sua struttura ha permesso la realizzazione di un prototipo a terra, in scala reale, dello strumento studiato per il volo. Si chiama GGG (*GG on the Ground-GGG*) ed è stato costruito alla sezione Infn di Pisa. I risultati sono significativi (si è arrivati a misurare spostamenti di circa un milionesimo di metro) e verranno migliorati nei prossimi due anni con il supporto dell'Asi, l'Agenzia Spaziale Italiana, in preparazione del satellite GG.

### Biografia

**Anna Nobili**, docente di meccanica celeste e meccanica spaziale all'Università di Pisa. Responsabile nazionale degli esperimenti Galileo Galilei e Galileo Galilei on the Ground.

### Link sul web

<http://eotvos.dm.unipi.it/ggproject.html>