

Assenza di peso per un astronauta dentro una capsula spaziale

Consideriamo un astronauta all'interno di una navicella spaziale che orbita attorno alla Terra descrivendo un'orbita circolare.

In qualunque istante, sulla stazione orbitale e sui suoi occupanti agisce costantemente una forza, la forza di gravità, diretta verso il centro della Terra. Si tratta di una forza centripeta reale in quanto nasce come interazione tra due corpi, la stazione orbitale e la Terra.

Consideriamo l'astronauta all'interno della stazione spaziale. Su di lui agisce la forza di gravità, diretta istante per istante verso il centro della Terra. Sull'astronauta agisce anche la forza centrifuga, che è una forza inerziale o apparente che ha la stessa direzione della forza di gravità ma ha verso opposto. E queste due forze, avendo lo stesso modulo, la stessa direzione e versi opposti si annullano.

Questo risultato non ci deve stupire perché noi sappiamo che per definizione la forza centrifuga è uguale ed opposta alla forza che causa la rotazione che è la forza di gravità.

La cosa veramente speciale è che l'accelerazione di gravità (quella che quando siamo sulla superficie terrestre chiamiamo g) e l'accelerazione centrifuga, cioè il risultato della forza centrifuga, non dipendono dalla massa dell'astronauta, e quindi sono perfettamente uguali ed opposte.

E il fatto che non dipendano dalla massa del corpo si traduce nel fatto che ogni oggetto attorno all'astronauta, indipendentemente dalla sua massa, subirà la stessa sorte. Dal pavimento della stazione spaziale, all'astronauta, al suo spazzoline per i denti, l'accelerazione imposta dalla forza di gravità verso il centro della Terra è esattamente uguale e opposta all'accelerazione centrifuga. Ecco spiegato il famoso galleggiamento: ogni oggetto attorno all'astronauta accelera verso la Terra a causa della forza di gravità e allo stesso tempo viene respinto dall'accelerazione centrifuga allo stesso modo.

Adesso dobbiamo porci la vera domanda: perché l'accelerazione con la quale l'astronauta è attirato verso il centro della Terra è uguale all'accelerazione inerziale che lo allontana dal centro della Terra? L'accelerazione gravitazionale è il risultato di un'attrazione fra masse, la massa della Terra e quella dell'astronauta. E' la massa presente nella legge della gravitazione universale $F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{d^2}$

La seconda massa, descritta dalla forza centrifuga, è il risultato del fatto che l'astronauta ha una proprietà, anch'essa chiamata massa che possiamo chiamare inerziale o in un altro qualsiasi modo. L'inerzia è la capacità di opporsi alle variazioni di velocità (cioè alle accelerazioni), E' la massa (chiamata anche massa inerziale) che entra nella formula della legge fondamentale della dinamica $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$. Sebbene le chiamiamo entrambe massa, esse sono due cose concettualmente diverse. La natura però ha reso queste due quantità uguali, o meglio proporzionali. E' questa proporzionalità che rende la forza di gravità e la forza centrifuga uguali ed opposte. Senza questa uguaglianza due corpi diversi, posti in un campo gravitazionale, avrebbero due accelerazioni diverse e i corpi presenti all'interno della capsula spaziale non galleggerebbero più.