

Il principio di equivalenza.

Consideriamo un uomo chiuso in una cabina posta in qualche punto dello spazio molto lontano da forze gravitazionali, e supponiamo che la cabina venga improvvisamente sollevata da una fune con una forza costante, in modo che presenti un'accelerazione rispetto a un sistema inerziale. L'uomo dentro la cabina può scegliere di considerare se stesso in quiete nel corso dell'esperimento, ma allora la cabina diventa un sistema di riferimento non inerziale, e di conseguenza agirà su di essa una forza inerziale. L'esistenza di una forza del genere risulterà ovvia all'uomo nella cabina: se egli lascia andare un oggetto, questo si allontana da lui con moto uniformemente accelerato. Il punto importante è che l'accelerazione risulterà identica per qualsiasi oggetto che egli lascerà andare, poiché è esattamente uguale ed opposta all'accelerazione dell'uomo rispetto a un sistema inerziale. Ma proprio lo stesso succederebbe se, anziché essere tirata da una fune, la cabina fosse soggetta all'azione di una forza gravitazionale. Ciò significa che l'uomo non sarà in grado di dire quale delle due eventualità è quella giusta.

Einstein incluse questo ragionamento nella sua teoria generale, postulando il "principio di equivalenza" (novembre 1907):

"In un laboratorio chiuso, non si può eseguire alcun esperimento che permetta di distinguere gli effetti di un campo gravitazionale uniforme dagli effetti dovuti a un'accelerazione rispetto alle stelle «fisse»".

Si rilevi che nell'esempio illustrato in precedenza, si ha a che fare con una massa "inerziale" m_{in} nel primo caso e con una massa "gravitazionale" m_{grav} nel secondo caso. Perciò il principio di equivalenza richiede che

$$m_{grav} = m_{in} \quad (3)$$

Solo se questa uguaglianza è soddisfatta il "peso" $m_{grav} g$ è uguale alla "reazione inerziale" $m_{in} g$ e solo allora il periodo di oscillazione è lo stesso per tutti i pendoli semplici di uguale lunghezza. In dettaglio la formula per questo periodo è

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_{in} l}{m_{grav} g}} \quad (4)$$

Nel 1971 Braginsky e Panov hanno verificato l'uguaglianza (3) con una precisione di 1 parte su 10^{12} .