

# 1 Relativit  galileiana

Uno stesso corpo pu  essere contemporaneamente in moto o fermo se a osservarlo sono due soggetti diversi, per questo   necessario specificare il sistema di riferimento scelto. *Le Trasformazioni Galileiane si occupano di ricavare le relazioni matematiche sussistenti di una stessa grandezza osservata da due sistemi di riferimento differenti.*

Il pi  semplice esempio di sistema ove applicare una trasformazione galileiana   dato da un corpo, ad esempio un orso polare, che si muove su un sistema di riferimento (ad esempio la lastra di ghiaccio ove cammina), che a sua volta   in moto rettilineo uniforme rispetto ad un altro sistema di riferimento, ad esempio un sistema di riferimento *solidale* con la terra ferma.

Stando sulla terra ferma, del moto di questo orso distinguiamo

1. spostamento relativo  $\Delta \vec{S}_r$ , ossia lo spostamento dell'orso rispetto alla lastra;
2. spostamento di trascinamento  $\Delta \vec{S}_t$ , ossia lo spostamento della lastra rispetto alla terra ferma.

Ciascuno spostamento avverr  ad una differente velocit  che chiamiamo, rispettivamente, velocit  relativa  $\vec{v}_r$  e velocit  di trascinamento  $\vec{v}_t$ .

In questo esempio la trasformazione galileiana consiste nella seguente formula:

$$\vec{v}_{tf} = \vec{v}_r + \vec{v}_t \quad (1)$$

**La velocit  dell'orso rispetto alla terra ferma  $\vec{v}_{tf}$    la somma della velocit  relativa e della velocit  di trascinamento.**

La trasformazioni galileiane sembrerebbero molto semplici, in realt  questo genere di analisi, si pu  complicare enormemente quando si presentano sistemi di riferimento che sono in moto l'uno rispetto all'altro

- con moti che si svolgono in tre dimensioni anziché uno soltanto;
- moti che non sono semplicemente rettilinei uniformi;
- sistemi di riferimento che non sono necessariamente concordi l'uno rispetto all'altro;
- sistemi di riferimento che possono anche ruotare l'uno rispetto all'altro (pensare al sistema di riferimento solidale alla terra con quello solidale al sole).

Inoltre, per quanto i concetti della relatività galileiana possano risultare ovvi, in realtà essi sono validi soltanto quando tutte le velocità in gioco, siano esse di trascinamento o relative, sono *minori di ordini di grandezza* rispetto alla velocità della luce  $c$ .

$$c = 3 \cdot 10^8 m/s \quad (2)$$

Tale condizione viene sinteticamente espressa con la seguente relazione matematica  $v \ll c$ . Quando, invece, questa condizione cade, allora le trasformazioni galileiane non sono più valide. In particolare, per quanto detto finora, non è più valida nemmeno l'equazione 1. In tali casi occorre sostituire la Relatività di Galileo con la Relatività Ristretta di Einstein<sup>1</sup> (1905).

## 2 Sistemi di riferimento inerziali

Due sistemi di riferimento sono inerziali tra di loro quando si muovono di moto rettilineo l'uno rispetto all'altro. Se ciò accade, allora rimane valido il *Primo Principio della Dinamica* in entrambe i due sistemi di riferimento, ossia in entrambe i due casi si ha che un corpo, se non

---

<sup>1</sup>In realtà le teorie di relatività di Einstein sono due, una concepita nel 1905 e noto come relatività ristretta, che generalizza la Relatività di Galileo, e una più generale concepita circa 20 anni dopo, nota come Relatività Generale di Einstein, che generalizza anche la Relatività Ristretta e nel quale la forza di gravità viene interpretata come dovuta alla curvatura dello spazio-tempo quando sono presenti corpi dotati di una certa massa  $M$ .

sottoposto a forze, mantiene il suo moto rettilineo uniforme. Inoltre, dal momento che rimangono invariate massa, forza e accelerazione, si deduce che anche gli altri due principi della dinamica rimangono invariati.

Rimanendo invariati i tre principi della dinamica si ha il cosiddetto il **Principio di Relatività di Galileo** (pag 98): I fenomeni meccanici si svolgono nello stesso modo, cioè seguono le stesse leggi, in tutti i sistemi di riferimento inerziali<sup>2</sup>.

Siamo indotti a pensare che esista un sistema di riferimento privilegiato. Infatti, potremmo pensare che un tale sistema di riferimento possa essere uno solidale con la terra. Ma la terra non si muove di moto rettilineo uniforme intorno al sole, ma anzi compie un moto che, a sua volta, é la composizione di due moti pressoché circolari uniformi. Quindi, non potremo considerare il moto della terra come esattamente inerziale<sup>3</sup>.

Cosí potremmo pensare che un sistema di riferimento perfettamente inerziale possa essere uno solidale con il sole. Ma anche il sole si muove di un moto accelerato e, per la precisione, orbita intorno a un buco nero presente al centro della nostra galassia. Quindi, in linea di principio, neanche un sistema di riferimento solidale con il sole non é un sistema di riferimento perfettamente inerziale ma, anzi, può generare delle forze apparenti. Questo genere di ragionamento lo potremmo continuare all'infinito.

Si deduce, quindi, che

Cé da osservare che *non esiste un sistema di riferimento privilegiato*, ma soltanto sistemi di riferimento relativi l'uno all'altro.

---

<sup>2</sup>Studieremo piú in lá che ciò non é valido, invece, nell'elettromagnetismo ma, anzi, risulta che la velocità della luce sia una costante quando si passa da un sistema di riferimento all'altro. É stata questa una delle osservazioni fondamentali che ha portato Einstein a formulare la sua Teoria della Relatività Ristretta.

<sup>3</sup>L'accelerazione di Coriolis, responsabile, tra le altre cose, del moto a vortice dell'acqua nel rubinetto, é un esempio che dimostra che un sistema di riferimento solidale con la terra non é perfettamente inerziale.