

Moto relativo traslatorio uniforme. Invarianza di Galileo

Supponiamo ora che il riferimento S sia inerziale. Ciò significa che un punto materiale P non soggetto a forze mantiene costante nel tempo la sua velocità v , o, altrimenti detto, ha accelerazione nulla. Nel riferimento S' la velocità del punto è diversa (v' data dalla (5.2.2)). L'accelerazione del punto a' è però uguale alla sua accelerazione in S e quindi è nulla. Quindi, se v è costante, lo è anche v' . In altre parole se S è inerziale, è inerziale anche qualsiasi altro riferimento che si muova rispetto ad esso di moto traslatorio uniforme.

Se la prima legge della meccanica (la legge di inerzia di Galileo) è valida in un sistema fisso, essa è valida anche per qualunque sistema in moto rettilineo uniforme rispetto ad esso.

Moto relativo traslatorio uniforme. Invarianza di Galileo

Seconda e terza legge della meccanica

Se nel sistema S vale:

$$(5.2.6) \quad \mathbf{F} = m\mathbf{a} .$$

L'osservatore in S' misurerà lo stesso valore della massa (che non dipende dalla velocità, $m' = m$), la stessa forza (la molla del dinamometro si allunga nello stesso modo $\mathbf{F}' = \mathbf{F}$) e l'accelerazione \mathbf{a}' (e non \mathbf{a}). Nel caso di traslazione uniforme però (e solo in questo) le due accelerazioni sono uguali e sarà quindi anche per S'

$$(5.2.7) \quad \mathbf{F}' = m'\mathbf{a}' .$$

Si osserva sperimentalmente che le forze non dipendono dal moto del sistema di riferimento. Ad esempio il peso di una donna o di un uomo non dipende dal fatto che stia guidando l'auto in moto rettilineo uniforme o meno. Da questo si deduce che:

Anche il principio di azione e reazione rimane invariato

Moto relativo traslatorio uniforme. Invarianza di Galileo

Riserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animalletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vadia versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso: e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animalletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza; i pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi; le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi, gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a piè giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti. Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vassello sta fermo non debbano succeder così, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti, né da alcuno di quelli potrete comprender se la nave cammina o pure sta ferma: voi saltando passerete nel tavolato i medesimi spazii che prima, né, perché la nave si muova velocissimamente, farete maggior salti verso la poppa che verso la prua, benché, nel tempo che voi state in aria, il tavolato sottopostovi scorra verso la

parte contraria al vostro salto; e gettando alcuna cosa al compagno, non con più forza bisognerà tirarla, per arrivarlo, se egli sarà verso la prua e voi verso poppa, che se voi fuste situati per l'opposito; le gocciole cadranno come prima nel vaso inferiore, senza caderne pur una verso poppa, benché, mentre la gocciola è per aria, la nave scorra molti palmi; i pesci nella lor acqua non con più fatica noteranno verso la precedente che verso la susseguente parte del vaso, ma con pari agevolezza verranno al cibo posto su qualsivoglia luogo dell'orlo del vaso; e finalmente le farfalle e le mosche continueranno i lor voli indifferentemente verso tutte le parti, né mai accaderà che si riduchino verso la parete che riguarda la poppa, quasi che fussero stracche in tener dietro al veloce corso della nave, dalla quale per lungo tempo, trattenendosi per aria, saranno state separate; e se abbruciando alcuna lagrima d'incenso si farà un poco di fumo, vedrassi ascender in alto ed a guisa di nugoletta trattenervisi, e indifferentemente muoversi non più verso questa che quella parte.

Moto relativo traslatorio uniforme. Esiste un sistema di riferimento privilegiato o fisso?

Dati due sistemi di riferimento inerziale in moto rettilineo uniforme uno rispetto all'altro

I due riferimenti sono completamente equivalenti per qualsiasi esperimento dinamico. Ciascuno può essere indifferentemente assunto come stazionario e l'altro come in moto, con le stesse leggi della meccanica che forniscono una corretta spiegazione del moto osservato. È un semplice esempio delle proprietà di invarianza delle leggi della meccanica.

Le leggi di Newton della meccanica sono, come abbiamo visto, invarianti rispetto alle trasformazioni di Galileo. In altre parole non è possibile con un esperimento stabilire se il sistema di riferimento in cui ci si trova si muova o meno di moto traslatorio uniforme rispetto ad un riferimento inerziale. Non esiste in altri termini un riferimento privilegiato. Questo importantissimo principio fu stabilito da Galileo ed è esposto nel *Dialogo sopra i massimi sistemi*. (Diapositiva precedente)

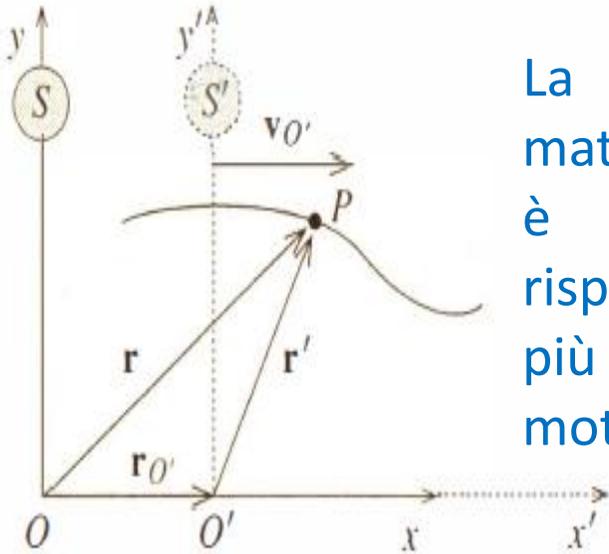
Moto relativo traslatorio

Immaginiamo che due sistemi di riferimento siano in moto rettilineo uno rispetto all'altro.

Diamo le relazioni tra i raggi vettori, le velocità e le accelerazioni nei due sistemi

$$a = a' + a_{O'}$$

$$r = r' + r_{O'} \quad v = v' + v_{O'}$$



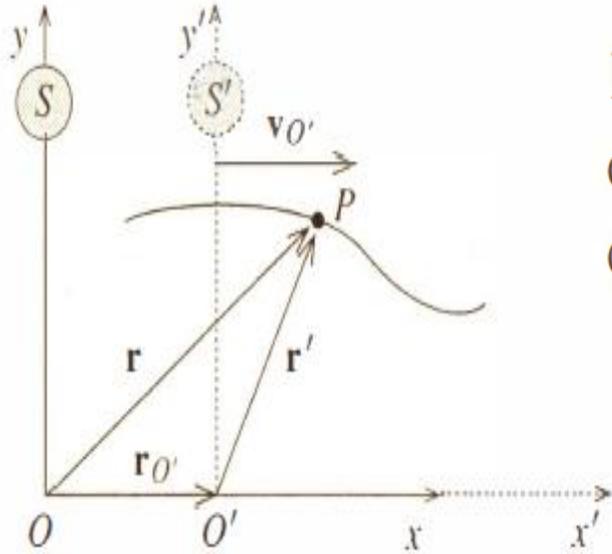
La velocità del punto materiale P nel sistema fisso è pari alla sua velocità rispetto al sistema in moto più la velocità del sistema in moto rispetto a quello fisso.

L'accelerazione del punto materiale P nel sistema fisso è pari alla sua accelerazione rispetto al sistema in moto più l'accelerazione del sistema in moto rispetto a quello fisso.

Moto relativo traslatorio

Immaginiamo che due sistemi di riferimento siano in moto rettilineo uno rispetto all'altro.

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}' + \mathbf{a}_{O'}$$



Per quanto appena detto, l'accelerazione rispetto ad S dell'origine del riferimento mobile, e di tutti gli altri punti con esso solidali, $\mathbf{a}_{O'}$ non è nulla. Se il riferimento S è inerziale quindi, S' non lo è. Infatti se sul punto non agiscono forze, $\mathbf{a} = 0$, ma allora

$$\vec{\mathbf{a}}' = -\vec{\mathbf{a}}_{O'}$$

Moto relativo traslatorio

Se S è inerziale e S' è in moto rettilineo accelerato rispetto ad esso in S' osservo delle forze apparenti

In effetti l'osservatore in S' è abituato ad attribuire le accelerazioni alle forze; s'immagina quindi che esista anche nel caso considerato sopra del carrello in frenata una forza che agisce sulla palla. Lo si fa formalmente nel modo seguente. Possiamo riscrivere la (5.3.3) (primo e quarto membro) nella forma

$$(5.3.4) \quad \mathbf{F}' - m' \mathbf{a}_{O'} = m' \mathbf{a}'$$

possiamo ancora chiamare la quantità $-m' \mathbf{a}_{O'}$ forza d'inerzia

$$(5.3.5) \quad \mathbf{F}_{\text{in}} = -m' \mathbf{a}_{O'}$$

e la (5.3.4) diventa

$$(5.3.6) \quad \mathbf{F}' + \mathbf{F}_{\text{in}} = m' \mathbf{a}' .$$

Includendo la forza d'inerzia si ristabilisce la validità della seconda legge della meccanica. Si tratta però solo di un artificio formale. A differenza delle forze vere, la forza d'inerzia non è dovuta ad un agente fisico, ad un altro corpo che la eserciti. Di conseguenza ad essa non corrisponde una reazione (dove andrebbe applicata?) e quindi essa viola il terzo principio. Le forze d'inerzia si chiamano anche forze fittizie del moto relativo.

