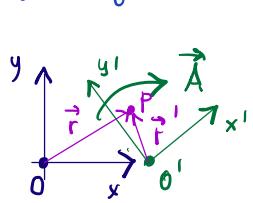


FORZE APPARENTI - NON INERZIALI

Ci si interessa allo studio della dinamica (effetti di forze) su sistemi materiali quando ci si trova in riferimenti NON inerziali.

Ci si aspetta che il I principio debba assicurare che, in un sistema di riferimento non inerziale, un punto materiale LIBERO non mantenga lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme inizialmente posseduto.

Scrittura dell'equazione del moto vista in un riferimento accelerato (non galileiano):



$O'x'y'$ è accelerato rispetto Oxy con accelerazione \vec{A}

$$\Rightarrow \begin{aligned} \vec{r}' &= \vec{r} - \vec{O}O' \\ \vec{v}' &= \vec{v} - \vec{V} \\ \vec{a}' &= \vec{a} - \vec{A} \end{aligned}$$

Le accelerazioni del punto P in Oxy sono ottenute per azione della forza \vec{F} agente su P (con massa invariata m):

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Supponendo che m non cambi passando nel riferimento $O'x'y'$ si ha che

$$m\vec{a}' = m\vec{a} - m\vec{A}$$

che si scrive anche

$$\vec{F}' = \vec{F} + \vec{F}_A$$

nel riferimento accelerato $O'x'y'$ la forza responsabile delle variazioni di moto del punto, $\vec{F}' = m\vec{a}'$, è DIFFERENTE dalla forza responsabile dell'accelerazione del punto vista in Oxy , $\vec{F} = m\vec{a}$.

Le forze differiscono di una forza detta «apparente» o «non inerziale» o anche fictizia data da

$$\vec{F}_A = -m\vec{A}$$

Le forze non inerziali sono reali negli effetti prodotti in riferimenti accelerati ma non sono imputabili a interazioni «sostanziali» (vincoli, gravitazione, elettromagnetismo, attriti, etc.).

• FORZE NON INERZIALI : TRASLAZIONE

Esempio di forza apparente in un riferimento accelerato uniformemente in moto rettilineo: le forze sul guidatore di un'automobile



Si utilizzano due sistemi di riferimento: Oxy solido alla strada (inertiale) e $O'x'y'$ solido all'automobile (e al guidatore), dunque accelerato con accelerazione \vec{A} costante pari all'accelerazione dell'automobile.

$O'x'y'$ è NON inertiale.

Sul guidatore secondo Oxy agisce la forza $\vec{F} = m\vec{A}$ (provocata per esempio dell'interazione con il sedile) che accelera la massa m con accelerazione \vec{A} .

Secondo $O'x'y'$ la situazione è di EQUILIBRIO perché in questo riferimento il guidatore non è accelerato e, lasciato fermo, rimane in quiete. Dunque secondo $O'x'y'$

$$\vec{a}' = 0 \text{ perché } \vec{F}' = 0$$

questa relazione è compatibile con la trasformazione

$$\vec{F}' = \vec{F} + \vec{F}_A = 0 \text{ quindi } \vec{F}_A = -\vec{F}$$

che è infatti corretta perché $\vec{F} = m\vec{A}$ e $\vec{F}_A = -m\vec{A}$. Dunque per $O'x'y'$ il guidatore è in equilibrio ma soggetto a due forze, quella «attiva» \vec{F} (spinta del sedile) e quella «apparente», $-m\vec{A}$, in direzione opposta al moto, che la bilancia.

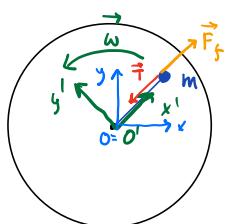
• FORZE NON INERZIALI : ROTAZIONE

Analogo al caso delle traslazioni, si utilizza la trasformazione per le rotazioni,

$$\vec{a}' = \vec{a} - [2\vec{\omega} \times \vec{v}' + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) + \vec{\alpha} \times \vec{r}]$$

quindi $\vec{F}_A = -m\vec{A} = -2m\vec{\omega} \times \vec{v}' - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) - m\vec{\alpha} \times \vec{r}$

forza d'
 Coriolis $\vec{\omega} \times \vec{v}'$ $\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$ $\vec{\alpha} \times \vec{r}$
 forza \vec{F}_c \vec{F}_f \vec{F}_{ct}
 centrifuga \vec{F}_f «contro-tangenziale»



Massa m in rotazione con velocità angolare costante $\vec{\omega}$ trattenuta da una fune in tensione \vec{T} : secondo Oxy (fisso) la tensione \vec{T} genera accelerazione centrifuga $mv^2/r = m\vec{\omega}^2 r$.

Secondo $O'x'y'$ (in rotazione solida con m) la massa è in equilibrio soggetto a \vec{T} e alla forza (apparente) centrifuga $-m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) = \vec{F}_f$.