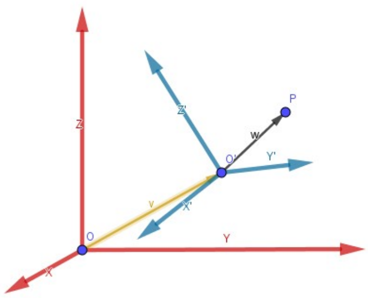
Sistemi di riferimento non inerziali

Supponiamo che un punto P si muova all'interno di un sistema di riferimento non inerziale O'X'Y'Z' e che questo sistema, oltre a muoversi con accelerazione lineare rispetto al sistema fisso OXYZ, ruoti anche intorno ad un asse con velocità angolare ω non costante.



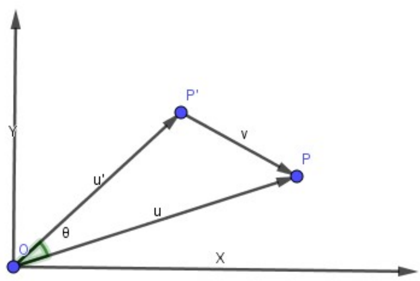
Da questa immagine possiamo scrivere la seguente relazione:

$$\overrightarrow{r'} = \vec{r} + \overrightarrow{OO'} \qquad x'\widehat{\imath'} + y'\widehat{\jmath'} + z'\widehat{k'} = x\hat{\imath} + y\hat{\jmath} + z\hat{k} - \overrightarrow{OO'}$$

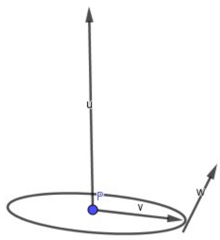
Derivando membro a membro e supponendo che il sistema O'X'Y'Z' trasli con moto accelerato e che ruoti intorno ad un asse:

$$\frac{d}{dt}(x')\widehat{\imath'} + x'\frac{d}{dt}\widehat{\imath'} + \frac{d}{dt}(y')\widehat{\jmath'} + y'\frac{d}{dt}\widehat{\jmath'} + \frac{d}{dt}(z')\widehat{k'} + z'\frac{d}{dt}\widehat{k'} = \hat{\imath}\frac{d}{dt}x + \hat{\jmath}\frac{d}{dt}y + \hat{k}\frac{d}{dt}z - \frac{d}{dt}\overrightarrow{OO'}$$

teorema di Poisson:



$u = u(t)u' = u(t + \triangle t); v = u' - u$



$$\lim_{\Delta t \to 0} \left| \frac{\Delta u}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \to 0} \left| \frac{2u sin\left(\frac{\vartheta}{2}\right)}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \to 0} \left| u \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} \right| = |u\omega|$$

La derivata di un vettore ruotante modulo costante è: $\vec{\omega} X \vec{u}$

Per il teorema di Poisson possiamo scrivere:

$$\widehat{\imath'} v'_x + \widehat{\jmath'} v'_y + \widehat{k'} v'_z + \vec{\omega} X \vec{r} = \hat{\imath} v_x + \hat{\jmath} v_y + \hat{k} v_z - \vec{V}$$

essendo V la velocità lineare del sistema O'X'Y'Z'. Se si deriva ancora rispetto al tempo e tenendo conto del teorema di Posson:

$$v'_x \frac{d}{dt} \widehat{\imath'} + \widehat{\imath'} \frac{d}{dt} v'_x + v'_y \frac{d}{dt} \widehat{\jmath'} + \widehat{\jmath'} \frac{d}{dt} v'_y + v'_z \frac{d}{dt} \widehat{k'} + \widehat{k'} \frac{d}{dt} v'_z + \frac{d}{dt} \vec{\omega}\, X \overrightarrow{r'} + \vec{\omega} X \frac{d}{dt} \overrightarrow{r'}$$
$$= \hat{\imath} a_x + \hat{\jmath} a_y + \hat{k} a_z - \vec{A}$$

Il vettore $\vec{A}$ è l'accelerazione lineare del sistema O'X'Y'Z'. La parte colorata in giallo è la stessa della equazione precedente.

Il tutto si può scrivere nel seguente modo:

$$\vec{\omega} X \overrightarrow{V'} + \overrightarrow{a'} + \dot{\vec{\omega}}\, X \overrightarrow{r'} + \vec{\omega} X \left(\overrightarrow{V'} + \vec{\omega} X \overrightarrow{r'} \right) = \vec{a} - \vec{A}$$

Accelerazione di trascinamento

$$\vec{A} + \dot{\vec{\omega}}\, X \overrightarrow{r'} + \vec{\omega} X \left(\vec{\omega} X \overrightarrow{r'} \right)$$

Accelerazione di Coriolis

$$2 \vec{\omega} X \overrightarrow{V'}$$

Accelerazione assoluta $\vec{a}$

Accelerazione relativa $\vec{a}'$

Conseguenze della rotazione terrestre sui venti.

Il pianeta Terra può essere rappresentato solidale ad un sistema di riferimento non inerziale che si muove con moto accelerato e ruota attorno ad un asse. Questi movimenti hanno conseguenze sulle direzioni dei vanti.

I venti sono delle masse d'aria che si spostano ad una gran velocità sulla superficie terrestre. Le forze di trascinamento e quelle di Coriolis influenzano tale spostamento. Le forze di Coriolis influenzano i venti che soffiano tra i poli e l'equatore. L'aria calda dall'equatore è meno densa e sale verso l'alto creando una zona di depressione. Le masse d'aria fredda dai poli si sposta verso l'equatore. Le forze di Coriolis deviano lo spostamento dei venti. Gli alisei per esempio, soffiano da nord-est verso sud-ovest nell'emisfero boreale e da sud-est verso nord-ovest nell'emisfero australe.

Le forze di Coriolis sono un fattore della formazione delle tempeste e sul senso di rotazione dei cicloni, in senso orario nell'emisfero nord e in senso antiorario nell'emisfero sud. In conclusione, secondo le forze di Coriolis, il moto di rotazione terrestre determina una deviazione dei venti rispetto al moto rettilineo. Il senso della deviazione del vento dell'effetto Coriolis cambia in base all'emisfero del pianeta in cui si verifica il fenomeno atmosferico.