Formulaire de physique

Dynamique en référentiel terrestre non galiléen

Formules mathématiques

Produit scalaire

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ||\vec{a}|| \cdot || \vec{b}|| \ \cos{(\vec{a}, \vec{b})}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \Longleftrightarrow \vec{a} \perp \vec{b}$$

Coordonnées cartésiennes :

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} = a_x \times b_x + a_y \times b_y + a_z \times b_z$$

Produit vectoriel

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = ||\vec{a}|| \cdot || \vec{b}|| \ \sin{(\vec{a}, \vec{b})} \vec{u} \qquad \text{avec} \qquad \vec{u} \perp \vec{a} \qquad \vec{u} \perp \vec{b} \qquad ||\vec{u}|| = 1$$

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{0} \Longleftrightarrow \vec{a} \parallel \vec{b}$$

Coordonnées cartésiennes :

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_y \times b_z - a_z \times b_y \\ a_z \times b_x - a_z \times b_x \\ a_x \times b_y - b_z \times a_x \end{pmatrix}$$

Produit mixte

$$\vec{a} \cdot \left(\vec{b} \wedge \vec{c}\right) = \vec{b} \cdot \left(\vec{c} \wedge \vec{a}\right) = \vec{c} \cdot \left(\vec{a} \wedge \vec{b}\right)$$

Grandeurs et constantes physiques

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI

Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg

Rayon de la Terre : $R_T = 6,4 \times 10^6$ m

Vitesse angulaire de rotation propre de la Terre : $\Omega_T = 7,3 \times 10^{-5}$ rad $\cdot$ s^{-1}

Masse de la Lune : $M_L = 7,3 \times 10^{22}$ kg

Masse du Soleil : $M_S = 2,0 \times 10^{30}$ kg

Distance Terre-Lune : $TL = 3,8 \times 10^8$ m

Distance Terre-Soleil : $TS = 1,5 \times 10^{11}$ m

Latitude à Paris : $\lambda \approx 48^\circ$

Formules physiques

Le poids et le champ de pesanteur

$$\overrightarrow{T} + \overrightarrow{P} = \overrightarrow{0} \qquad \Longleftrightarrow \qquad \overrightarrow{P} = -\overrightarrow{T}$$

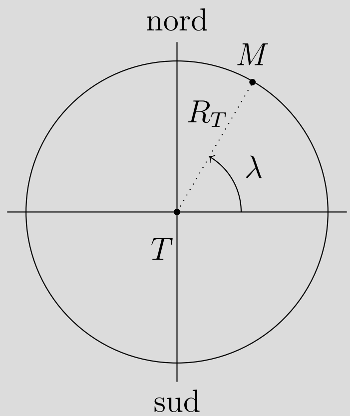
$$\overrightarrow{P} = m\ \overrightarrow{G}_T(M) - m\ \overrightarrow{\Omega}_T \wedge (\overrightarrow{\Omega}_T \wedge \overrightarrow{TM})$$

$$\overrightarrow{g}(M) = \frac{\overrightarrow{P}}{m} = \overrightarrow{G}_T(M) - \overrightarrow{\Omega}_T \wedge (\overrightarrow{\Omega}_T \wedge \overrightarrow{TM})$$

Origines du champ de pesanteur

$$\overrightarrow{g}(M) = \underbrace{\overrightarrow{G}_T(M)}_{\text{terme de gravitation}} - \underbrace{\overrightarrow{\Omega}_T \wedge (\overrightarrow{\Omega}_T \wedge \overrightarrow{TM})}_{\text{terme d'entrainement}}$$

Expression du terme d'entrainement



$$\vec{a}_{ie}(M) = -\vec{\Omega}_T \wedge (\vec{\Omega}_T \wedge \overrightarrow{TM}) = \begin{cases} -\Omega_T^2 \overrightarrow{HM} \\ -\Omega_T^2 R_T \begin{pmatrix} \cos^2\lambda \\ 2\sin\lambda\cos\lambda \\ 0 \end{pmatrix}_{\text{sphériques}} \\ -\Omega_T^2 R_T \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}_{\text{cylindriques}} \end{cases}$$

Ordres de grandeur

$$\frac{\text{terme d'entraînement}}{\text{terme de gravitation}} = \frac{\left\| -\cancel{m}\, \vec{\Omega}_T \wedge (\vec{\Omega}_T \wedge \overrightarrow{TM}) \right\|}{\left\| \cancel{m}\, \vec{G}_T(M) \right\|} = \frac{\Omega_T^2 R_T^3}{G M_T} \approx 3,5 \times 10^{-3} \sim 10^{-3}$$

Lieux d'apesateur

$$TM = R_T \left(\frac{\Omega_T^2 R_T^3}{G M_T} \right)^{-1} \approx 42\ 000 \text{ km}$$

Mécanique en référentiel terrestre non galiléen

PFD

$$m\, \vec{a} = \vec{F} + \vec{P} + \vec{f}_{ic}(M)$$

Attention : la force d'inertie d'entrainement $\vec{f}_{ie}(M)$ et les forces gravitationnelles exercées par tous les astres (notamment : Terre, Soleil et Lune) sont inclus dans le poids $\vec{P}$.

Force de Coriolis

La force d'inertie de Coriolis est définie par :

$$\vec{f}_{ic}(M) = -2m \vec{\Omega}_T \wedge \vec{v}_{/R_T}(M)$$

Dans l'hémisphère NORD, déviation de la CHUTE vers l'EST et le NORD.