

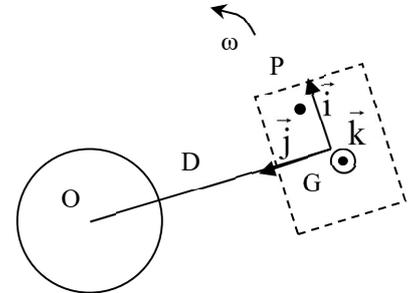
DM4 Mardi 19 novembre

Mouvement à l'intérieur d'une station spatiale.

On considère une station spatiale en orbite circulaire uniforme autour de la terre : son barycentre G suit une trajectoire circulaire à une distance D du centre O de la terre, à la vitesse angulaire ω .

On note \mathfrak{R}_0 le référentiel géocentrique que l'on suppose galiléen et \mathfrak{R} le référentiel lié à la station spatiale, auquel on attache le repère cartésien $(Gxyz)$. La base associée est notée $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ (figure ci-contre).

On désire étudier l'équilibre et le mouvement d'un astronaute susceptible de se déplacer à l'intérieur de la station. L'astronaute sera assimilé à un point matériel P de masse m et repéré dans \mathfrak{R} par ses coordonnées x, y, z .



I- Etude de la force de gravitation dans la station :

- 1- Etablir le lien entre D , ω et $g(G)$: module du champ de gravitation terrestre au barycentre G de la station (on pourra assimiler la station elle-même à un point matériel).
- 2- Exprimer le vecteur champ de gravitation en P , noté $\vec{g}(P)$, en fonction du seul vecteur \vec{OP} et des scalaires D , ω et $OP = \|\vec{OP}\|$.
- 3- Sachant que P reste au voisinage de G , montrer qu'on peut écrire, au 1^{er} ordre :

$$\vec{g}(P) = -\omega^2 \{x\vec{i} - (D + 2y)\vec{j} + z\vec{k}\}$$

II- Equations du mouvement : montrer que lorsque P reste très proche de G , le mouvement de l'astronaute dans \mathfrak{R} est décrit, en première approximation, par le système d'équations suivant :

$$\ddot{x} = 2\omega\dot{y} ; \quad \ddot{y} = -2\omega\dot{x} + 3\omega^2 y ; \quad \ddot{z} = -\omega^2 z$$

Quels termes peuvent être appelés « statiques » ou « dynamiques » dans les membres de droite de ce système et pourquoi ?

III- Etude de l'équilibre dans la station :

- 1- Qu'est-ce que la situation d'« impesanteur » pour un astronaute ? Pour quelle(s) position(s) dans la navette cette situation se produit-elle ? Quelle est, dans \mathfrak{R}_0 , la trajectoire d'un astronaute en impesanteur ?
- 2- Pour bien montrer que l'astronaute n'est pas en impesanteur quelle que soit sa position dans la station, décrire les actions qu'il subit s'il s'écarte de G :
 - En sortant du plan de l'orbite (Gxy) ;
 - Radialement dans le plan de l'orbite (expliquer cet effet de façon simple).
- 3- Sachant que la structure de la station elle-même subit ces contraintes, expliquer ce qui risque d'arriver à une station, ou un satellite de la terre, de trop grande taille. Commenter l'existence d'anneaux autour de toutes les planètes géantes de notre système solaire.