

Questions

- (a) Déterminer la direction de la force de Magnus pour une sphère ayant une vitesse angulaire $\vec{\omega} = (0, 1, 0)$ rad/s et une vitesse linéaire $\vec{v} = (1, 1, 1)$ m/s.
- (b) Une balle de golf de rayon $r_b = 2.2$ cm qui se déplace sur le gazon avec une vitesse (centre de masse) $\vec{v}_b = (25, 0, 0)$ cm/s et une vitesse de rotation $\vec{\omega} = (0, 10, 0)$ rad/s roule-t-elle ou glisse-t-elle?

Solution

- (a) Déterminer la direction de la force de Magnus pour une sphère ayant une vitesse angulaire $\vec{\omega} = (0, 1, 0)$ rad/s et une vitesse linéaire $\vec{v} = (1, 1, 1)$ m/s.

La force de Magnus est donnée par

$$\vec{F}^M = 2\pi\rho Lr^2(\vec{\omega} \times \vec{v})$$

sa direction est donc donnée par

$$\vec{u} = \frac{\vec{\omega} \times \vec{v}}{|\vec{\omega} \times \vec{v}|}$$

En utilisant les données du problème, $\vec{\omega} \times \vec{v} = (1, 0, -1)$ et la force sera dirigée dans la direction de la ligne $x = -z$.

- (b) Une balle de golf de rayon $r_b = 2.2$ cm qui se déplace sur le gazon avec une vitesse (centre de masse) $\vec{v}_b = (25, 0, 0)$ cm/s et une vitesse de rotation $\vec{\omega} = (0, 10, 0)$ rad/s roule-t-elle ou glisse-t-elle?

Un objet qui roulerait sur la surface avec une vitesse de rotation $\vec{\omega}$ produirait une vitesse de déplacement linéaire du centre de masse résultant du roulement donnée par

$$\vec{v}_{\text{roulement}} = -\vec{\omega} \times \vec{r}_{p,c}$$

où \vec{p} est le point de contact de l'objet avec la surface par rapport au centre de masse de l'objet. Dès que $\vec{v}_{\text{roulement}}$ est différente de la vitesse linéaire du centre de masse du solide \vec{v}_c l'objet glisse. Sinon, l'objet roule. On peut déterminer la transition entre roulement et glissement en déterminant le temps t où $\vec{v}_c = \vec{v}_{\text{roulement}}$. On sait que pour une balle de golf, localisée à une position arbitraire (x, y) sur le terrain, $\vec{p} = (0, 0, -r_b)$. En utilisant les données du problème, on aura donc

$$\vec{v}_{\text{roulement}} = -\vec{\omega} \times \vec{r}_{p,c} = (22, 0, 0) \text{ cm/s}$$

qui est inférieure à la vitesse de déplacement linéaire de l'objet. La balle glisse donc.