

INTERROGATION - PHYSIQUE

Vendredi 18 octobre 2024

Durée : 30 min (40 min pour les tiers-temps)

Exercice 1 : Questions de cours (5 points)

- 1/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. $\Delta E_c = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$.
- 2/ Énoncer le principe d'inertie. Un système sur lequel ne s'exerce aucune force reste au repos s'il est initialement au repos, ou est animé d'un mouvement rectiligne uniforme s'il est initialement en mouvement.

Soit un objet de masse m , de centre de masse G , repéré par rapport à l'origine O du repère choisi par le vecteur \vec{r} . L'objet est en rotation autour de O . Il a une vitesse \vec{v} et subit une force extérieure \vec{F}_{ext} .

- 3/ Quelle est l'expression littérale du moment de \vec{F}_{ext} par rapport à O ? $\vec{M}_O = \vec{r} \wedge \vec{F}_{ext}$.
- 4/ Quelle est l'expression littérale du moment cinétique de l'objet? $\vec{L}_O = m \vec{r} \wedge \vec{v}$.
- 5/ Quelle est l'expression littérale de l'énergie cinétique de l'objet? $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

Exercice 2 : La sardine échouée (6 points)

À Murcia (Esp.), il y a dans la rivière Segura une sculpture d'une sardine qui crache un jet d'eau (figure 1). Le jet d'eau sort avec un angle $\alpha = 30^\circ$ à une vitesse de $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ à une hauteur de $H_0 = 1 \text{ m}$.

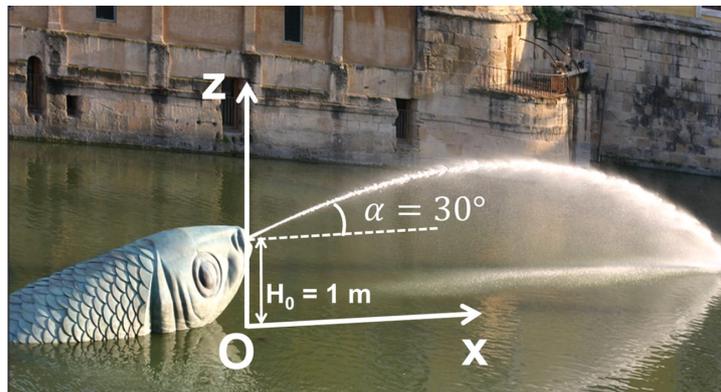


FIGURE 1 – La sardine de la Segura crachant un jet d'eau. Source : Flickr

- 1/ Déterminer la trajectoire du jet d'eau dans le plan (Oxz) . On pourra par exemple considérer une goutte qui est ainsi éjectée et déterminer l'équation de sa trajectoire $x(t)$ et $z(t)$. $x(t) = v_0 t \cos \alpha$, et $z(t) = H_0 + v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2$.
- 2/ À quelle distance D le jet d'eau retombe-t-il dans la rivière? Vous exprimerez D littéralement en fonction de H_0 , g et v_0 puis numériquement ($g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$). Le jet retombe dans l'eau à un instant $t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH_0}}{g} = 0.77 \text{ s}$ qui correspond à une distance $D = v_0 t_1 \sin \alpha = 3.4 \text{ m}$.
- 3/ Énoncer le théorème de l'énergie mécanique. $\Delta E_m = \sum W_{\vec{F}_{non\ cons.}}$.

- 4/ Le jet d'eau crache 0.5 L/s (1 L d'eau correspond à 1 kg). Quelle est l'énergie de 0.5 kg d'eau lorsqu'elle retombe au niveau de la rivière. Quelle est la puissance du jet à cet endroit? **L'énergie mécanique est conservée. Ainsi, l'énergie cinétique du jet vaut : $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgH_0 = 11.15$ J. La puissance du jet vaut donc 11.15 W.**

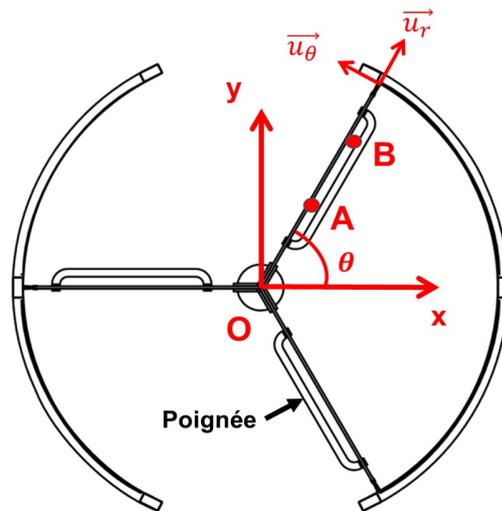
Exercice 3 : Calcul (5 points)

Suivant les cas, $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ et $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$ sont des bases orthonormées directes. Dans les calculs, vous ferez attention à ne pas confondre produit vectoriel et produit scalaire!

- 1/ $-3\vec{u}_x \wedge 4\vec{u}_y = -12\vec{u}_z$.
- 2/ $(\vec{u}_x + 4\vec{u}_y) \wedge (3\vec{u}_y + \vec{u}_z) = 4\vec{u}_x - \vec{u}_y + 3\vec{u}_z$.
- 3/ $(\vec{u}_x + 3\vec{u}_y + 5\vec{u}_z) \cdot \vec{u}_x = 1$.
- 4/ $2\vec{u}_\theta \wedge 5\vec{u}_z = 10\vec{u}_r$.
- 5/ $(2\vec{u}_r - 4\vec{u}_\theta + \vec{u}_z) \wedge \vec{u}_r = \vec{u}_\theta + 4\vec{u}_z$.

Exercice 4 : Porte tambour (8 points)

On considère la porte tambour de la figure 2. Son rayon est de 1.6 m. Vous répondrez aux questions ci-dessous en donnant des arguments de physique.



Vue de dessus

FIGURE 2 – Porte tambour et sa modélisation. Source : Turnstiles.

- 1/ Quel est l'axe de rotation de la porte tambour? **L'axe de rotation est Oz.**
- 2/ Pour pousser la porte, il faut pousser sur une des poignées. Quel est le *sens* de rotation de la porte tambour dans ce cas? **La rotation est selon \vec{u}_z .**
- 3/ Énoncer le théorème du moment cinétique. **$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum \mathcal{M}_{ext}$**
- 4/ Décrire en termes physiques comment la porte tambour est mise en mouvement. **La main exerce une force sur la poignée à une distance d de l'axe. Le moment de la force met en mouvement la porte tambour qui se met alors à tourner.**
- 5/ Pour faire tourner la porte tambour, une personne exerce une force \vec{F} perpendiculairement à la poignée en A où $OA = 1$ m. Quelle est l'expression littérale de la norme du moment de la force que la personne exerce? **$\|\vec{M}\| = FOA = F$.**

- 6/ Même question dans le cas où la personne exerce la même force en B où $OB = 1.3$ m. $\|\vec{\mathcal{M}}\| = FOB = 1.3F$.
- 7/ Quelle est la manière la plus efficace de mettre en mouvement la porte tambour? C'est de pousser le plus loin de l'axe possible.
- 8/ Lorsque la porte est mise en rotation autour du point O , quels sont les points de la porte qui ont le plus grand *moment cinétique*? Ce sont ceux qui sont le plus loin de l'axe.
- 9/ La porte tambour a un mouvement circulaire pas forcément uniforme. On met une masse m au point A . Donner l'expression littérale du moment cinétique de la masse par rapport au point O , en fonction de OA , m et θ (défini figure 2). $\vec{L} = m\vec{OA} \wedge OA\dot{\theta}\vec{u}_\theta = mOA^2\dot{\theta}\vec{u}_z$.