

INTERROGATION - PHYSIQUE

Vendredi 10 novembre 2023

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

**Exercice 1 : Petites questions pour se mettre en jambe (7 points)**

- 1/ Énoncer le principe d'inertie.
- 2/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 3/ Deux masses, l'une de masse  $m_1 = 1$  kg et l'autre de masse  $m_2 = 1$  tonne, tombent d'une hauteur de 10 m sans vitesse initiale. Quelle masse a la vitesse de chute libre la plus importante (on négligera les frottements) ?
- 4/ Ici  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$  est une base orthonormée directe. Dans les calculs, vous ferez attention à ne pas confondre produit vectoriel et produit scalaire !
  - (a)  $(\vec{u}_z, \vec{u}_\theta, \vec{u}_r)$  est-elle une base directe ou indirecte ?
  - (b) Calculer  $3\vec{u}_r \wedge 2\vec{u}_\theta$
  - (c) Calculer  $\vec{u}_z \wedge [(2\vec{u}_r + 4\vec{u}_\theta - \vec{u}_z) \wedge (2\vec{u}_r - 2\vec{u}_z)]$
  - (d) Calculer  $(\vec{u}_r + 5\vec{u}_z) \wedge (\vec{u}_z - 3\vec{u}_\theta)$

**Exercice 2 : Kebab (10 points)**



FIGURE 1 – Kebab. Photo : Adobe Stock.



FIGURE 2 – Grill grec. Photo : Alamy.

On considère le kebab de la figure 1. On modélise le morceau de viande par un cylindre de rayon  $R$  et de hauteur  $h$ , de masse  $m$ , de centre de masse  $G$ , en rotation avec une vitesse angulaire  $\omega$  autour de l'axe  $Oz$  vertical et passant par son centre. Le moteur du grill exerce une force sur le pic de telle sorte à ce que la vitesse de rotation du kebab soit constante. On appellera  $\vec{M}_{moteur}$  le moment de la force exercée par le moteur par rapport à  $Oz$ .

- 1/ Quelle est la définition du moment d'inertie d'un système ?
- 2/ Donner l'expression littérale du vecteur rotation du kebab en fonction de  $\omega$ .

- 3/ On peut montrer que le moment d'inertie du cylindre en rotation autour de  $Oz$  vaut  $\frac{mR^2}{2}$ . Donner l'expression littérale du moment cinétique du kebab en fonction des données du problème.
- 4/ Quelle est l'expression littérale du moment du poids du kebab par rapport au point  $O$  ?
- 5/ Quelle est la valeur du moment du poids du kebab ?
- 6/ Quelle est la valeur du moment de la réaction normale du support ?
- 7/ Énoncer le théorème du moment cinétique.
- 8/ Le moment  $\vec{M}_{moteur}$  augmente-t-il ou diminue-t-il lorsque le kebab est progressivement consommé ?
- 9/ En Grèce, on peut trouver des grillades de différents types. On suppose que celles de la figure 2 ont toutes la même masse totale. Quelle est celle qui a le moment d'inertie le plus faible ? Le plus grand ?
- 10/ BONUS : Le kebab de la figure 1 a une masse volumique  $\rho$ . Montrer que son moment d'inertie autour de  $Oz$  vaut  $\frac{mr^2}{2}$ . Indice : vous pourrez d'abord calculer le moment d'inertie d'un cylindre creux.

Merci Arman pour l'idée de cet exercice !

### Exercice 3 : Funambulisme (6 points)

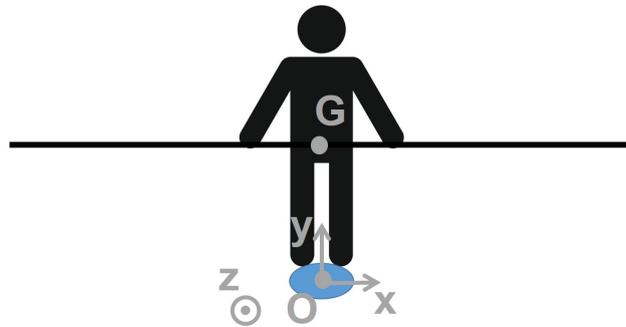


FIGURE 3 – Schématisation d'un funambule. Image : Vecteezy.

Les funambules utilisent parfois, pour se stabiliser, une longue perche (typiquement de 8 m) et assez lourde (typiquement 25 kg). Celle-ci a 2 fonctions principales : augmenter le moment d'inertie du funambule et abaisser le centre de masse  $G$  du funambule. C'est ce que nous allons étudier ici. On adoptera les notations de la figure 3 et on supposera que le système {funambule + perche} est rigide.

- 1/ On suppose que si le funambule est déstabilisé, il a un mouvement de rotation. Quel est alors l'axe de rotation ?
- 2/ **Augmenter le moment d'inertie -**
  - (a) Le moment d'inertie du funambule est-il plus petit ou plus grand que le moment d'inertie du système {funambule + perche} ?
  - (b) Expliquer avec des arguments physiques et avec des mots pourquoi la perche stabilise le mouvement du funambule vis-à-vis de la rotation.
- 3/ **Abaisser le centre de masse du funambule -**
  - (a) À quelle hauteur le funambule doit-il porter la perche pour abaisser son centre de masse ?
  - (b) Quelle est l'expression littérale du moment du poids du système {funambule + perche} par rapport à  $O$  ?
  - (c) Expliquer avec des arguments physiques et avec des mots pourquoi abaisser le centre de masse stabilise le mouvement du funambule vis-à-vis de la rotation.