

INTERROGATION - PHYSIQUE

Vendredi 20 octobre 2023

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

Exercice 1 : Questions de cours (5 points)

- 1/ Définir le moment d'une force s'exerçant sur un système. $\vec{\Gamma}_O = \vec{r} \wedge \vec{F}$ pour une force \vec{F} appliquée à une distance \vec{r} de O .
- 2/ Définir le moment cinétique d'un système. $\vec{L}_O = m \vec{r} \wedge \vec{v}$ pour un système de masse m , de position \vec{r} par rapport à O et de vitesse \vec{v} .
- 3/ Définir l'énergie cinétique d'un système. $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ pour un système de masse m et de vitesse v .
- 4/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. $\Delta E_c = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$.
- 5/ 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.

Exercice 2 : Chute d'un pot de fleur (6 points)

Un pot de fleur se trouve sur un balcon, à une hauteur H_0 au-dessus d'un trottoir où est stationnée une personne de hauteur h et située à une distance D du pot de fleur, comme indiqué figure 1. Un coup de vent fait tomber le pot de fleur de masse $m = 5$ kg avec une vitesse \vec{v}_0 horizontale à $t = 0$. On négligera les frottements. Le repère (Oxz) est tel que le trottoir se trouve à $z = 0$ et le pot de fleur en $(0, H_0)$. Dans toutes les questions (sauf mention contraire), vous exprimerez la réponse littéralement en fonction des données du problème.

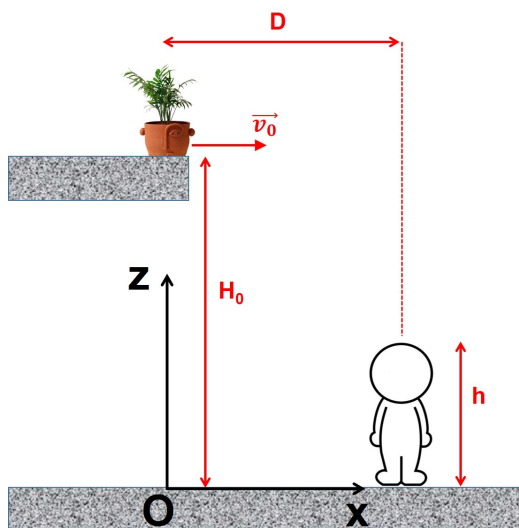


FIGURE 1 – Chute d'un pot de fleur depuis un balcon. Source : Influences et Educlool.

- 1/ Déterminer la trajectoire $(x(t)$ et $z(t))$ du pot de fleur dans le plan (Oxz) , en fonction de H_0 , la gravité g , et v_0 . $x(t) = v_0t$, et $z(t) = H_0 - \frac{1}{2}gt^2$.

- 2/ À quelle distance D doit se trouver la personne pour que le pot lui arrive sur la tête? $D = v\sqrt{\frac{2(H_0-h)}{g}}$.
- 3/ Énoncer le théorème de l'énergie mécanique. $\Delta E_m = \sum W_{\vec{F}_{non\ cons.}}$.
- 4/ Quelle est l'énergie cinétique du pot de fleur quand il arrive sur la tête de la personne? $E_{c,final} = mg(H_0 - h) + \frac{1}{2}mv_0^2$.
- 5/ L'énergie cinétique est-elle plus grande pour H_0 petit ou grand? une personne petite ou grande? un vent fort ou faible? **Plus la hauteur du balcon est haute, plus l'énergie cinétique finale est grande. De même pour la vitesse du vent, conformément à l'intuition.**
- 6/ On estime qu'un objet arrivant avec une énergie cinétique de plus de 1 J peut créer des hématomes. Au-delà de 700 J, on risque la fracture. Estimer de manière réaliste les différentes grandeurs du système et évaluer les dégâts que peut faire un pot de fleur qui tombe sur une personne. **Pour une masse de 5 kg, lancée de $H_0=6$ m avec une vitesse $v_0=1$ m/s, arrivant sur une personne de $h=1.7$ m, on obtient $E_{c,final} = 213$ J. Donc, dans cette modélisation, ça va. En pratique, la pression (la force par unité de surface) est aussi un paramètre important. Donc ne tentez pas l'expérience!**

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/ $6\vec{u}_x \wedge 5\vec{u}_x = \vec{0}$.
- 2/ $(\vec{u}_z + 2\vec{u}_x) \wedge \vec{u}_y = -\vec{u}_x + 2\vec{u}_z$.
- 3/ $(2\vec{u}_x + \vec{u}_y + 3\vec{u}_z) \cdot \vec{u}_x = 2$.
- 4/ $2\vec{u}_\theta \wedge 6\vec{u}_r = -12\vec{u}_z$.
- 5/ $\vec{u}_z \wedge (4\vec{u}_r - 3\vec{u}_\theta + \vec{u}_z) = 4\vec{u}_\theta + 3\vec{u}_r$.

Exercice 4 : Bricolage (6 points)

On considère la clé à molette de la figure 2. Vous répondrez aux questions ci-dessous en donnant des arguments de physique.

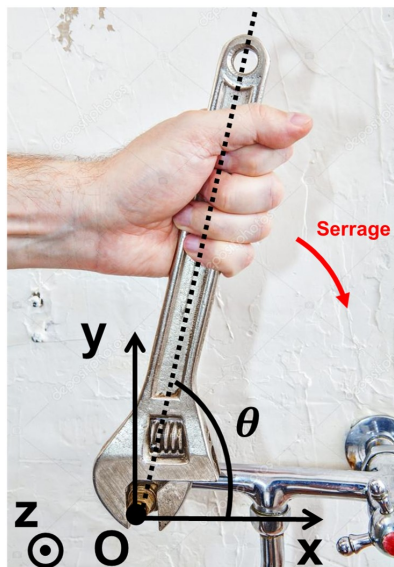


FIGURE 2 – Utilisation d'une clé à molette pour réparer un robinet. Source : Depositphotos.

- 1/ Quel est l'axe de rotation de la clé à molette? **L'axe de rotation est Oz.**

- 2/ Pour serrer le robinet, il faut faire tourner la clé dans le sens des aiguilles d'une montre. Quel est le *sens* de rotation de la clé dans ce cas ? **La rotation est selon $-\vec{u}_z$.**
- 3/ Décrire en termes physiques comment clé à molette est mise en mouvement. **La main exerce une force sur la clé à molette à une distance d de l'axe. Le moment de la force met en mouvement la clé à molette qui se met alors à tourner.**
- 4/ Lorsque la clé à molette est mise en rotation autour du point O , quel est le point de la clé qui a le plus grand *moment cinétique* ? **C'est le point le plus éloigné de l'axe de rotation.**
- 5/ La clé a un mouvement circulaire pas forcément uniforme. Donner l'expression littérale du moment cinétique de la main, de masse m , située à une distance D du point O , en fonction de D , m et θ (défini figure 2). **$\vec{L} = mD^2\dot{\theta}\vec{u}_z$.**
- 6/ La main applique une force \vec{F} sur la clé. Où la main doit-elle se positionner pour avoir le maximum d'efficacité, à force exercée donnée ? **Le plus loin de l'axe possible.**
- 7/ Quel angle doit faire la main avec la clé pour avoir le maximum d'efficacité ? **Elle doit exercer la force à angle droit par rapport à la clé à molette.**