

INTERROGATION - PHYSIQUE  
Mercredi 4 octobre 2023

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

**Exercice 1 : Vrai ou Faux (8 points)**

Pour chacune des affirmations suivantes, dire si elle est Vraie ou Fausse. Justifier *brièvement*.

- 1/ Un système isolé peut avoir un mouvement circulaire. **Faux. Il est soit immobile, soit en mouvement rectiligne uniforme.**
- 2/ Deux vecteurs colinéaires ont un produit scalaire nul. **Faux. Le produit scalaire sera égal au produit des normes des deux vecteurs.**
- 3/ Si  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_\varphi)$  est une base orthonormée directe, alors  $(-\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, -\vec{u}_\varphi)$  l'est aussi. **Vrai.**
- 4/ Un mouvement circulaire a une accélération qui est toujours perpendiculaire au cercle qu'il décrit. **Faux. C'est vrai uniquement pour un mouvement circulaire uniforme.**
- 5/ L'accélération au cours d'une chute libre dépend de la masse de l'objet. **Faux. L'accélération de l'objet est égale à l'accélération de la pesanteur  $g$ .**
- 6/ L'énergie mécanique d'un système varie au cours du temps s'il subit des forces de frottement. **Vrai.**
- 7/ Un système dont l'accélération est nulle peut avoir une vitesse variable. **Faux. Si l'accélération est nulle, la vitesse est constante.**
- 8/ Une force conservative est une force dont le travail ne dépend pas de la trajectoire suivie par l'objet qui la subit. **Vrai.**

**Exercice 2 : Jeu de fléchettes (7 points)**

Un joueur de fléchettes lance une fléchette depuis un point  $A$  dans le but d'atteindre la cible  $B$ , avec une vitesse  $\vec{v}_A$  qui fait un angle  $\theta_A$  avec l'horizontale (figure 1). Les points  $A$  et  $B$  se situent à la même hauteur  $H = 1.6$  m et sont séparés de  $L = 4$  m. On adoptera le repère  $Oxz$ , comme indiqué sur la figure. On considérera que le point  $A$  a comme coordonnées dans ce repère  $(0, H)$ .

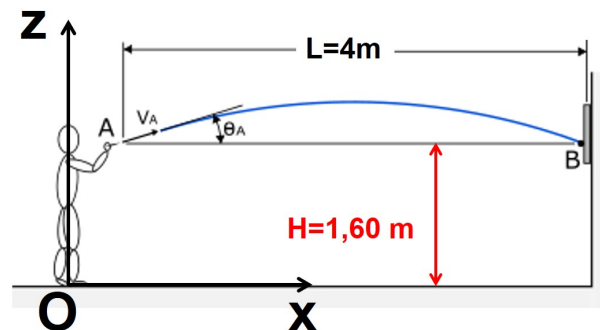


FIGURE 1 – Schéma d'un lancer de fléchette depuis un point  $A$  vers la cible  $B$ . © Homework Study.

- 1/ Si on néglige les frottements, à quelle(s) force(s) est soumise la fléchette une fois lancée? **La force de pesanteur.**
- 2/ Déterminer l'expression littérale de la vitesse si la fléchette a été émise à  $t=0$  par le joueur (on n'oubliera pas que le vecteur vitesse peut avoir plusieurs composantes non-nulles).  $\vec{v} = v_A \cos \theta_A \vec{u}_x + (-gt + v_A \sin \theta_A) \vec{u}_z$ .
- 3/ Déterminer la trajectoire ( $x(t)$  et  $z(t)$ ) de la fléchette dans le plan ( $Oxz$ ) en fonction de  $v_A$ ,  $\theta_A$  et  $H$ . On a  $x(t) = v_A \cos \theta_A t$ , et  $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A \sin \theta_A t + H$ .
- 4/ Soit  $t_f$  le temps auquel la fléchette arrive sur le mur où est accrochée la cible. Donner les 2 équations qui traduisent le fait que la fléchette arrive sur la cible. On a  $L = v_A \cos \theta_A t$ , et  $H = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A \sin \theta_A t + H$ .
- 5/ Est ce qu'il est possible d'atteindre la cible si  $\theta_A = 0$ ? Si  $\theta_A = 0$ , on a  $H = -\frac{1}{2}gt^2 + 0 + H$ , soit  $t = 0$ , ce qui n'est pas une solution physique.
- 6/ En reprenant les expressions de la question 4. pour  $\theta_A$  quelconque, exprimer  $t_f$  d'abord en fonction de  $L$ ,  $v_A$  et  $\cos \theta_A$ , puis en fonction de  $v_A$ ,  $\sin \theta_A$  et  $g$  l'accélération de la gravité ( $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ). On a  $t_f = \frac{L}{v_A \cos \theta_A}$ , et  $t_f = \frac{2v_A \sin \theta_A}{g}$ .
- 7/ On rappelle que  $2 \sin \theta_A \cos \theta_A = \sin 2\theta_A$ . Quel est l'angle duquel on doit lancer la fléchette si  $v_A = 10 \text{ m.s}^{-1}$  pour que la fléchette atteigne la cible? En égalisant les deux expressions que l'on a trouvées pour  $t_f$ , on a :  $2 \sin \theta_A \cos \theta_A = \sin 2\theta_A = \frac{Lg}{v_A^2}$ . On en tire :  $\theta_A = 11.5^\circ = 0.2 \text{ rad}$ .

### Exercice 3 : Fidget spinner (7 points)

Le fidget spinner est un jouet qui peut tourner autour de son centre  $O$ , comme une toupie. On définit le point  $M$  comme le centre d'un des bras du spinner, comme indiqué figure 2. Il se situe à une distance de  $r = 5 \text{ cm}$  du point  $O$  et est repéré par un angle  $\theta$  par rapport à l'axe  $Ox$ . Un bon joueur peut donner une vitesse angulaire initiale de  $\omega = \dot{\theta} = 120 \text{ rad.s}^{-1}$ .

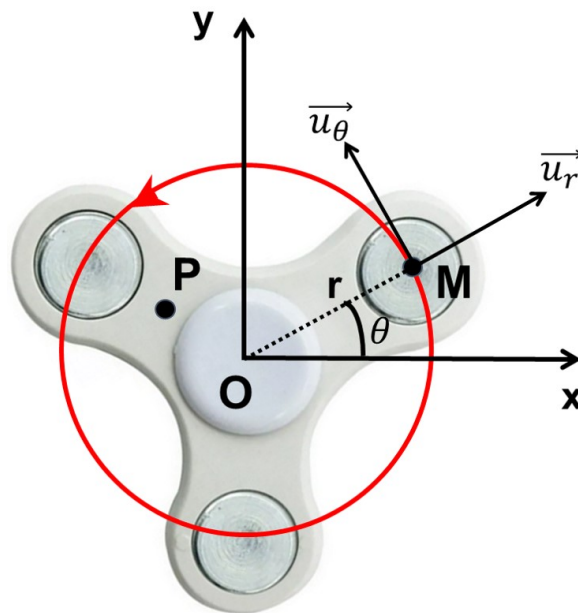


FIGURE 2 – Fidget spinner. Source : Lazada.

- 1/ Exprimer le vecteur  $\vec{OM}$  décrivant le mouvement du point  $M$  dans le repère cartésien  $(\vec{u}_x, \vec{u}_y)$ , en fonction des données littérales du problème.  $\vec{OM} = r \cos \theta \vec{u}_x + r \sin \theta \vec{u}_y$ .

- 2/ Exprimer le vecteur  $\overrightarrow{OM}$  décrivant le mouvement du point  $M$  dans le repère circulaire  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ , en fonction des données littérales du problème.  $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}_r$ .
- 3/ Exprimer le vecteur vitesse du point  $M$  dans le repère circulaire. Exprimer la norme  $v$  du vecteur vitesse en fonction de  $r$  et  $\dot{\theta}$ .  $\vec{v} = r\dot{\theta}\vec{u}_\theta$ . La norme du vecteur vitesse s'écrit :  $v = r\dot{\theta}$
- 4/ Que vaut la vitesse de rotation du spinner en tours par seconde? Et en tours par minute?  $\omega = \dot{\theta} = 19.1 \text{ tour.s}^{-1} = 1146 \text{ tour.min}^{-1}$ .
- 5/ Que vaut (numériquement) la vitesse  $v$  du spinner en  $\text{m.s}^{-1}$ ?  $v = r\omega = r\dot{\theta} = 6 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 6/ Exprimer littéralement le vecteur accélération du spinner dans le repère circulaire en fonction des données du problème.  $\vec{a} = r\ddot{\theta}\vec{u}_\theta - r\dot{\theta}^2\vec{u}_r$ .
- 7/ Le point  $P$  est à une distance  $r' = 3 \text{ cm}$  du centre  $O$ . Ce point a-t-il une vitesse supérieure, inférieure ou égale à celle du point  $M$ ? Le point  $P$  est plus proche de l'axe de rotation ( $r' < r$ ), donc sa vitesse est inférieure à celle du point  $M$ . Elle vaut  $v' = 3.6 \text{ m.s}^{-1}$ .