

Interrogation - Physique

Mardi 19 octobre 2021

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 est toujours immobile. **Faux** : Un système isolé peut aussi être en mouvement rectiligne uniforme. C'est le principe d'inertie.
- 2/ Deux vecteurs de même direction ont un produit scalaire nul. **Faux** : $\vec{A} \cdot \vec{A} = \|\vec{A}\|^2$.
- 3/ Si $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_\varphi)$ est une base orthonormée directe, alors $(\vec{u}_\theta, \vec{u}_r, \vec{u}_\varphi)$ l'est aussi. **Faux** : c'est une base orthonormée indirecte.
- 4/ Un mouvement circulaire a une accélération centripète. **Vrai**.
- 5/ La vitesse au cours d'une chute libre dépend de la masse de l'objet. **Faux** : $m\vec{a} = m\vec{g}$ d'où une accélération constante $\vec{a} = \vec{g}$. En intégrant, la vitesse ne dépend pas de la masse de l'objet.
- 6/ L'énergie cinétique d'un objet dépend de l'accélération de pesanteur. **Faux** : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.
- 7/ Lorsqu'un pendule est animé d'un mouvement circulaire, la tension du fil produit un travail nul. **Vrai** : la tension du fil (selon $-\vec{u}_r$) est toujours perpendiculaire au déplacement (selon \vec{u}_θ). Ainsi, le travail élémentaire $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$.
- 8/ Une force non-conservative est une force dont le travail dépend de la trajectoire suivie par l'objet qui la subit. **Vrai**.

Exercice 2 : Le lama et le capitaine Haddock (7 points)

Un lama est capable de cracher de l'eau s'il se sent agressé, comme par le capitaine Haddock (figure 1). Le jet d'eau sort *horizontalement* à une vitesse de $v_0 = 5 \text{ m.s}^{-1}$ à une hauteur de $h_0 = 2 \text{ m}$.

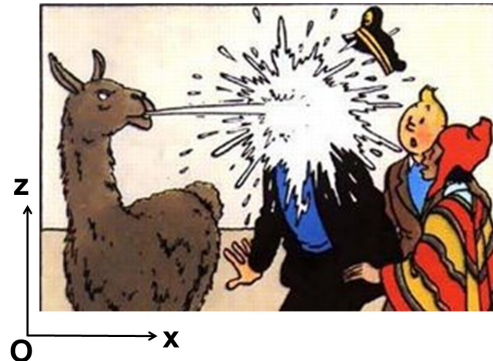


Figure 1 – Un lama crachant sur le capitaine Haddock. *Tintin et le temple du Soleil*, Hergé.

- 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 $z(t))$. **En écrivant le PFD et en intégrant deux fois en prenant en compte les conditions initiales, on obtient : $x(t) = v_0 t$ et $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h_0$.**
- 2/ À quelle distance D du lama le capitaine Haddock doit-il se trouver pour ne pas être atteint par l'eau ? Vous exprimerez D littéralement en fonction de h_0 , g et v_0 puis numériquement ($g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$). **La distance minimale à laquelle doit se tenir le capitaine Haddock pour ne pas être arrosé est déterminée par la distance atteinte lorsque l'eau atteint le sol, c'est-à-dire pour $-\frac{1}{2}gt^2 + h_0 = 0$. On obtient alors : $D = v_0 \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = 3,2 \text{ m}$.**
- 3/ Malheureusement, le capitaine Haddock se trouve à 1 m du lama et se prend donc l'eau qui arrive avec une vitesse de norme v_1 . Que vaut v_1 (on n'oubliera pas que le vecteur vitesse peut avoir plusieurs composantes non-nulles) ? **Le capitaine Haddock se trouve à une distance de $1 \text{ m} = v_0 t_1$. L'eau éjectée par le lama l'atteint donc à un temps $t_1 = 0,2 \text{ s}$. La vitesse vaut alors $v_1 = \sqrt{v_0^2 + g^2 t_1^2} = 5,4 \text{ m.s}^{-1}$.**

4/ On estime qu'un objet arrivant avec une énergie de plus de 1 J peut créer des hématomes. Le lama crache 0,5 L d'eau (de masse 0,5 kg). Risque-t-il de donner un œil au beurre noir au capitaine Haddock? Lors du choc, le capitaine et la goutte d'eau ont la même altitude - et donc la même énergie potentielle -. L'énergie qui va pouvoir blesser le capitaine Haddock est donc l'énergie cinétique du jet d'eau soit $E_c = \frac{1}{2}mv_1^2 = 7,3$ J. Le capitaine finit donc avec un œil au beurre noir...

Exercice 3 : Micro-onde (5 points)

Un micro-onde comporte un plateau qui tourne à $\omega = 3$ rpm (rotations par minute), c'est-à-dire qu'il effectue 3 tours par minute. Une petite assiette de pâtes, de masse $m = 500$ g est placée au point M sur le plateau (figure 2) et tourne sur une trajectoire circulaire de rayon $r = 8$ cm.

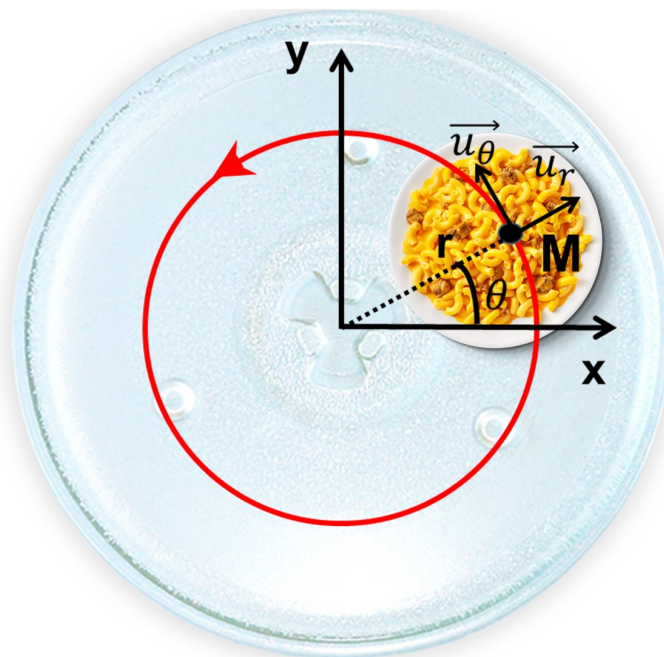


Figure 2 – Plat de pâtes dans un micro-onde. Sources : Amazon, Michelin.

- 1/ Exprimer le vecteur \overrightarrow{OM} décrivant le mouvement de l'assiette dans le repère circulaire $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$, en fonction des données. $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}_r$.
- 2/ Exprimer le vecteur vitesse de l'assiette dans le repère circulaire.

Exprimer la norme v du vecteur vitesse en fonction de r et $\dot{\theta}$. $\vec{v} = r\dot{\theta}\vec{u}_\theta$ et $v = r\dot{\theta}$.

3/ Que vaut la vitesse de rotation du plateau du micro-onde ω en rad.s^{-1} ?
 $\omega = \dot{\theta} = 3 \text{ rpm} = 0.314 \text{ rad.s}^{-1}$.

4/ Que vaut (numériquement) la vitesse v de l'assiette? Vous la donnerez tout d'abord en m.s^{-1} puis en km.h^{-1} . $v = 0.025 \text{ m.s}^{-1} = 0.09 \text{ km.h}^{-1}$

5/ Que vaut le moment cinétique de l'assiette par rapport à l'axe (Oz)?
 $\vec{L} = m\vec{r} \wedge \vec{v} = mr^2\dot{\theta}\vec{u}_r \wedge \vec{u}_\theta = mr^2\dot{\theta}\vec{u}_z = 1 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}\vec{u}_z$.