

INTERROGATION - PHYSIQUE

Lundi 30 Septembre 2024

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/ Si un système a un mouvement rectiligne, il est nécessairement pseudo-isolé. **Faux, seulement s'il a un mouvement rectiligne uniforme.**
- 2/ Deux vecteurs de même direction, de même norme mais de sens opposé ont un produit scalaire nul. **Faux, ils doivent être orthogonaux.**
- 3/ Si $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ est une base orthonormée directe, alors $(\vec{u}_y, \vec{u}_z, -\vec{u}_x)$ l'est aussi. **Faux, c'est une base indirecte.**
- 4/ Un mouvement circulaire a une accélération qui est toujours radiale. **Faux, uniquement si le mouvement est uniforme.**
- 5/ L'accélération au cours d'une chute libre ne dépend pas de la masse de l'objet. **Vrai.**
- 6/ Soit un skieur dévalant une piste en pente. Le travail de la réaction normale de la route dépend de l'angle de la piste. **Faux. La réaction normale est perpendiculaire à la route, son travail est donc nul.**
- 7/ L'énergie mécanique d'un système ne varie au cours du temps que s'il subit des forces de frottement. **Vrai. Rigoureusement c'est le cas s'il subit des forces non-conservatives qui sont généralement des forces de frottement.**
- 8/ Une force conservative est une force dont le travail dépend de la trajectoire suivie par l'objet qui la subit. **Faux. C'est l'inverse.**

Exercice 2 : Un renard qui chasse (7 points)

Les renards arrivent à chasser de petits animaux (par exemple un mulot), même quand ceux-ci se déplacent sous une épaisse couche de neige. Cela n'a pas d'importance pour l'exercice, mais on pense que les renards alignent le champ magnétique terrestre qu'ils perçoivent avec la direction du bruissement émis par le mulot pour savoir où et à quelle profondeur sauter pour attraper leur proie. C'est ce qui explique que les renards sautent majoritairement dans une direction fixée (à 20° du nord magnétique).

On va étudier le saut d'un renard de centre de masse G . Il s'élance à $t = 0$ d'une hauteur $H_0 = 30$ cm, avec une vitesse \vec{v}_0 faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale (figure 1). On adoptera le repère Oxz , comme indiqué sur la figure. Il va tenter d'attraper un mulot situé à une distance $L = 1$ m de sa position de départ.

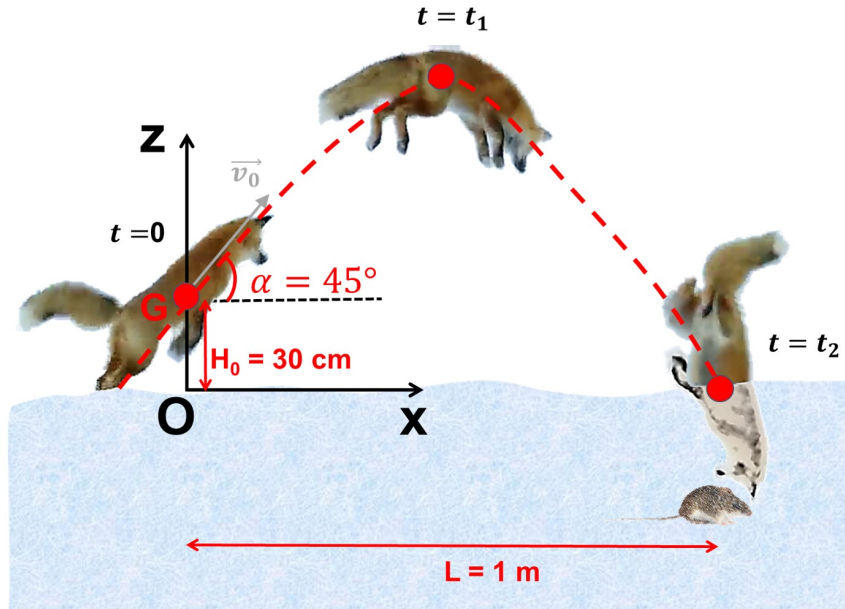


Figure 1: Trajectoire d'un renard chassant un mulot dans la neige. © <https://www.youtube.com/watch?v=D2SoGHFM18I>.

- 1/ Si on néglige les frottements, à quelle(s) force(s) est soumise le renard lorsqu'il saute ? **Son poids.**
- 2/ Déterminer l'expression littérale de la vitesse du renard à tout instant (on n'oubliera pas que le vecteur vitesse peut avoir plusieurs composantes non-nulles). $\vec{v} = v_0 \cos \alpha \vec{u}_x + (-gt + v_0 \sin \alpha) \vec{u}_z$.
- 3/ Déterminer la trajectoire ($x(t)$ et $z(t)$) du renard dans le plan (Oxz) en fonction de v_0 , α et H_0 . **On a $x(t) = v_0 \cos \alpha t$, et $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + H_0$.**
- 4/ Soit t_2 l'instant auquel le centre de masse du renard est en $z = 0$ (et on suppose que le haut du corps est suffisamment enfoncé dans la neige pour attraper le mulot). Donner les 2 équations du mouvement en $t = t_2$. **On a $L = v_0 \cos \alpha t_2$, et $0 = -\frac{1}{2}gt_2^2 + v_0 \sin \alpha t_2 + H_0$.**
- 5/ Déterminer l'expression littérale de t_2 . $t_2 = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$.
- 6/ Déterminer la valeur littérale et numérique de v_0 pour que le renard atteigne sa cible. $v_0^2 = \frac{gL^2}{2\cos \alpha(H_0 \cos \alpha + L \sin \alpha)}$. D'où $v_0 = 2.33 \text{ m.s}^{-1}$
- 7/ Énoncer le théorème de l'énergie mécanique. **La variation d'énergie mécanique d'un mobile entre deux points A et B est égale à la somme des travaux des forces non conservatives s'appliquant sur le mobile sur le trajet considéré : $\Delta E_m = \Sigma W_{\vec{F}_{non\ cons}}$.**
- 8/ Quelle est la vitesse du renard lorsqu'il atteint l'apogée de sa trajectoire en $t = t_1$? $v_1 = v_0 \cos \alpha = 1.65 \text{ m.s}^{-1}$.
- 9/ Quelle est la hauteur maximale H_{max} atteinte par le renard au cours de sa trajectoire ? $H_{max} = H_0 + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 0.49 \text{ cm}$.

Exercice 3 : Hamster (7 points)

Pour amuser un hamster domestique (et lui faire faire du sport), on peut lui installer une roue dans sa cage. Celle-ci est libre de tourner autour de son centre O . On définit un point M sur la roue de rayon $R = 20$ cm, comme indiqué figure 2. Il est repéré par un angle θ par rapport à l'axe Ox . Un hamster en forme peut courir à $v = 5 \text{ km.h}^{-1}$.

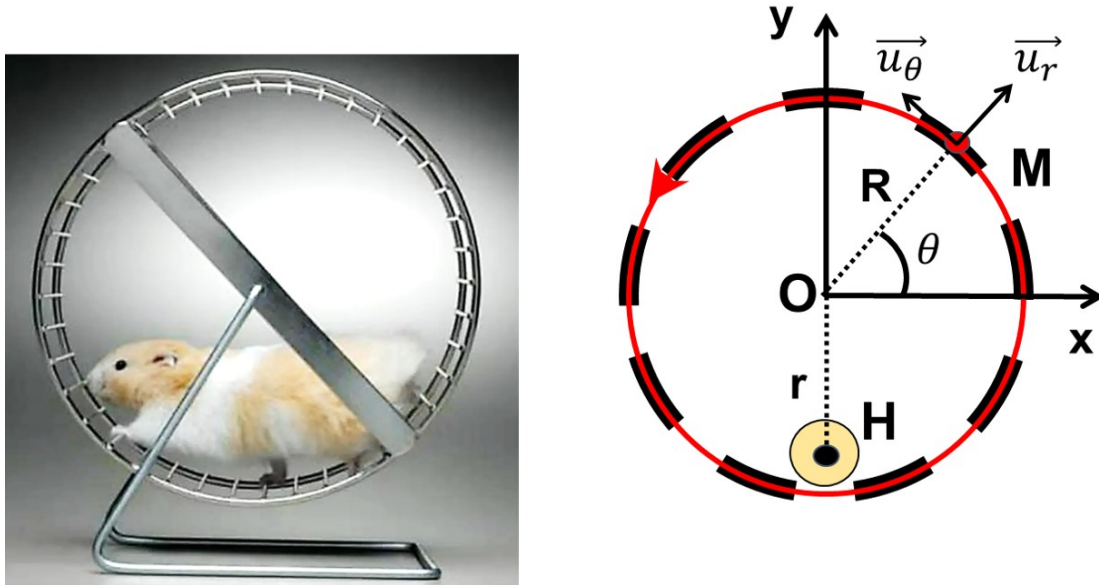


Figure 2: Hamster dans sa roue et modélisation physique. Source : Getty.

- 1/ Exprimer le vecteur \overrightarrow{OM} décrivant le mouvement du point M dans le repère cartésien (\vec{u}_x, \vec{u}_y) , en fonction des données littérales du problème. $\overrightarrow{OM} = R \cos \theta \vec{u}_x + R \sin \theta \vec{u}_y$.
- 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 $\dot{\theta}$. $\vec{v} = R \dot{\theta} \vec{u}_\theta$ et $v = R \dot{\theta}$.
- 4/ Que vaut (numériquement) la vitesse v du point M en m.s^{-1} ? $v = 5 \text{ km.h}^{-1} = 1.38 \text{ m.s}^{-1}$.
- 5/ Que vaut la vitesse de rotation du point M en radians par seconde? Et en tours par minute? $\dot{\theta} = 6.9 \text{ rad.s}^{-1} = 66 \text{ tours.min}^{-1}$.
- 6/ Quelle sera la vitesse angulaire de la roue si elle a un rayon deux fois plus grand (avec le même hamster)? **La vitesse angulaire sera deux fois plus faible.**