Interrogation - Physique

Mardi 9 novembre 2021

Durée : 45 min (1 h pour les tiers-temps)

Exercice 1 : Questions de cours (7 points)

1/ Définir l'énergie cinétique d'un système. $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ pour un système de masse m et de vitesse v.

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 le moment d'inertie d'un système. $\vec{I}_O = \sum_i m_i r_i^2$ pour un système composé de masses m_i et de position $\vec{r_i}$ par rapport à O.

4/ 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.

5/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. $\Delta E_c = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$.

6/ Énoncer le théorème de l'énergie mécanique. $\Delta E_m = \sum W_{\vec{F}_{non\,cons.}}$.

7/ Énoncer le théorème du moment cinétique. $\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum \Gamma_{\vec{F}_{ext}}$.

Exercice 2 : Panier de basket (4 points)

Lors d'un pénalty, un joueur de basket doit lancer la balle (de masse m) et tenter de marquer un panier (figure 1). Le panier est fixé à une hauteur de $H_f = 3,05$ m. Le joueur est à une distance de $L = 4,6$ m et lance la balle d'une hauteur de $H_i = 2,05$ m, avec une vitesse $\vec{v}_0 = -v_{0,x}\vec{u_x} + v_{0,z}\vec{u_z}$ (ici, $v_{0,x}$ et $v_{0,z}$ sont des quantités positives, donc attention aux signes !).

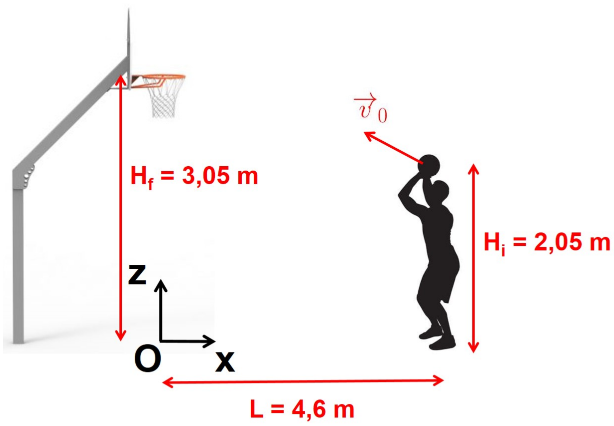

Figure 1 – Un joueur lançant un ballon de basket lors d'un pénalty. Sources : Metalu Plast, 123RF.

1/ Déterminer la trajectoire ($x(t)$ et $z(t)$) de la balle dans le plan (Oxz), en fonction de H_f, H_i, L, m, la gravité g, $v_{0,x}$ et $v_{0,z}$. $x(t) = L - v_{0,x}t$, et $z(t) = H_i + v_{0,z}t - \frac{1}{2}gt^2$.

2/ À quel instant t_f la balle atteint-elle le panier ? Elle atteint le panier lorsque $x = 0$, soit $t_f = \frac{L}{v_{0,x}}$.

3/ Quelle doit être la relation entre $v_{0,x}$ et $v_{0,z}$ pour que la balle entre dans le panier ? (établissez juste la relation) On doit avoir $z(t_f) = H_f$, soit $H_f - H_i = \frac{L}{v_{0,x}}\left(-\frac{1}{2}g\frac{L}{v_{0,x}} + v_{0,z}\right)$.

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/ $2\vec{u}_y \wedge 7\vec{u}_z \ = 14\vec{u}_x$.

2/ $(\vec{u}_y + 8\vec{u}_x) . \vec{u}_x \ = 8$.

3/ $(5\vec{u}_x + 3\vec{u}_y + \vec{u}_z) \wedge \vec{u}_x \ = -3\vec{u}_z + \vec{u}_y$.

4/ $\vec{u}_r \wedge \vec{u}_\theta \ = \vec{u}_z$.

5/ $\vec{u}_r \wedge (4\vec{u}_r - 3\vec{u_\theta}) \ = -3\vec{u}_z$.

Exercice 4 : Cycliste (4 points)

En Belgique, dans la forêt de Bosland, une piste cyclable circulaire a été aménagée pour que les cyclistes puissent rouler au milieu des arbres, à une hauteur de 10 m (figure 2). Elle est d'une longueur de 700 m.

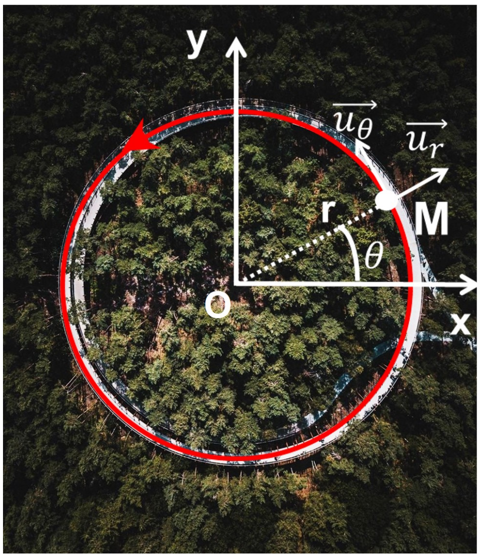

FIGURE 2 – Piste cyclable circulaire dans la forêt de Bosland. Sources : Foozine.

1/ Quelle est le rayon r du cercle de la piste ? $2\pi r = 700$ m, soit $r = 111,5$ m.

2/ Exprimer le vecteur $\overrightarrow{OM}$ décrivant le mouvement d'un cycliste sur la piste $(\vec{u_r}, \vec{u_\theta})$, en fonction des données. $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}_r$.

3/ Quel est l'axe de rotation du cycliste lorsqu'il roule sur la piste ? L'axe Oz.

4/ Un cycliste roule à 30 km/h sur la piste. Convertir cette vitesse en m/s. $v = 8,3$ m/s.

5/ Exprimer le vecteur vitesse du cycliste dans le repère circulaire en fonction de r et de la vitesse angulaire $\dot{\theta} = \omega$. $\vec{v} = r\dot{\theta}\vec{u}_\theta$.

6/ En déduire la valeur de ω en rad.s^{-1} ? $\omega = 0{,}075$ rad.s^{-1}.

7/ Que vaut le moment cinétique du cycliste de masse 70 kg par rapport à l'axe $(0z)$? $\overrightarrow{L_O} = mr^2\omega\vec{u}_z = 65'042$ kg. m^2.s^{-1}.