

Section BGPC 11, LP104
CC n°1

Durée de l'épreuve : 1^h seules les calculatrices de type collègue sont autorisées

Le sujet est composé de deux exercices indépendants et de même longueur.

Pour chacun des sujets, il est conseillé de répondre aux questions dans l'ordre où elles sont posées. On prendra dans les deux exercices $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Exercice 1 : Etude énergétique du saut

On souhaite comparer pour différentes espèces la puissance musculaire moyenne P_m (définie ci-dessous) développée au cours d'un saut sur place. Ce saut comporte **deux phases**. Pendant la première phase, l'individu reste en contact avec le sol. Partant d'une vitesse nulle, il se détend pendant une durée τ ; son centre de masse atteint ainsi une vitesse verticale initiale v à l'instant où il quitte le sol. Dans une seconde phase, l'individu est "en l'air". Il a quitté le sol avec la vitesse initiale v définie précédemment et s'élève verticalement jusqu'à une hauteur h où sa vitesse s'annule, puis il retombe.

On a mesuré pour des individus de différentes espèces, cette durée τ et la hauteur h atteinte :

	Puce	Criquet	Homme
masse	0,49 mg	3 g	70 kg
h	20 cm	59 cm	60 cm
τ	0.8 ms	2,35 ms	233 ms

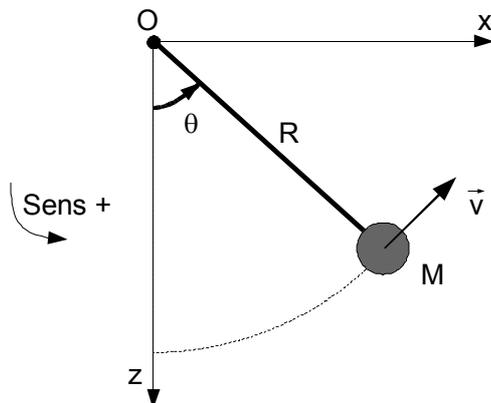
1. Donner le travail du poids de l'individu qui saute, entre l'instant du décollage et le sommet de sa trajectoire. Justifier votre réponse. Faire les applications numériques pour chacune des 3 espèces.
2. En négligeant l'action de l'air, calculer pour chaque espèce l'énergie cinétique acquise au moment du décollage ainsi que la vitesse correspondante. Faire les applications numériques.

L'énergie nécessaire au saut provient du travail des forces musculaires W_m au cours de la détente. On définit ce travail W_m comme **l'opposé** du travail du poids au cours du saut. La puissance est une grandeur physique courante qui caractérise la vitesse à laquelle de l'énergie est fournie, son unité est le Watt (W) : $1 \text{ W} = 1 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-3}$

3. Par dimensionnalité, trouver une formule reliant la puissance musculaire moyenne P_m , le travail musculaire W_m et la durée de l'effort d'extension τ . Calculer numériquement P_m pour les 3 espèces.
4. Sans surprise, on trouve que la puissance musculaire de l'homme est la plus importante des 3 espèces citées. Pourtant, la puce et le criquet sont réputés bons sauteurs. Quel meilleur indicateur que la puissance musculaire moyenne pourrait être utilisé pour comparer l'aptitude au saut de ces 3 espèces ? Conclure.

Exercice 2 : Le pendule

On s'intéresse ici aux oscillations d'un pendule. Celui-ci est modélisé par un fil rigide et inextensible de longueur R attaché d'une part à un point O fixe, d'autre part à une bille de masse m . On repère la position M de la bille par l'angle orienté θ entre l'axe vertical (Oz) orienté vers le bas et le fil (OM) : voir schéma.

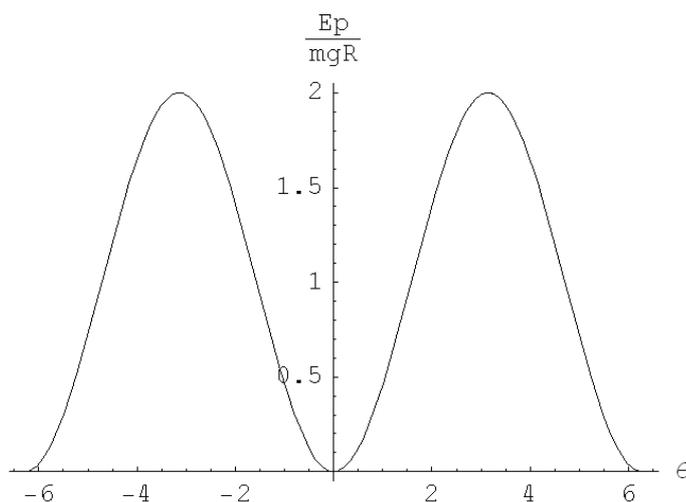


On considère que le référentiel (Ozx) est galiléen et **on néglige toute force de frottement**. On rappelle que dans le cas d'un mouvement inscrit sur un cercle de rayon R , le vecteur-vitesse s'écrit :

$$\vec{v} = R \frac{d\theta}{dt} \vec{u} \text{ où } \vec{u} \text{ est le vecteur unitaire tangent au cercle à la position du système.}$$

1. Faire l'inventaire des forces subies par la **bille** et les dessiner sur le schéma de l'énoncé.
2. Montrer que parmi ces forces, seul le poids a un travail non nul. En déduire que l'énergie mécanique de la bille est conservée.
3. Exprimer l'énergie potentielle E_p de la bille en fonction de θ . On prendra l'origine de l'énergie potentielle ($E_p = 0$) en $\theta = 0$.

On a représenté ci-dessous sa courbe sur l'intervalle $[-2\pi, 2\pi]$:



4. A l'aide de la courbe, décrire **qualitativement**, en fonction de la valeur de l'énergie mécanique, le mouvement d'un pendule dont la position initiale est $\theta = 0$ avec une vitesse initiale dans le sens Ox .
5. Donner l'expression de l'énergie cinétique, puis de l'énergie mécanique en fonction de $\theta(t)$ et de ses dérivées.