2005 Pondichéry **EXERCICE II. MOUVEMENT D'UN PALET (5,5 points)**

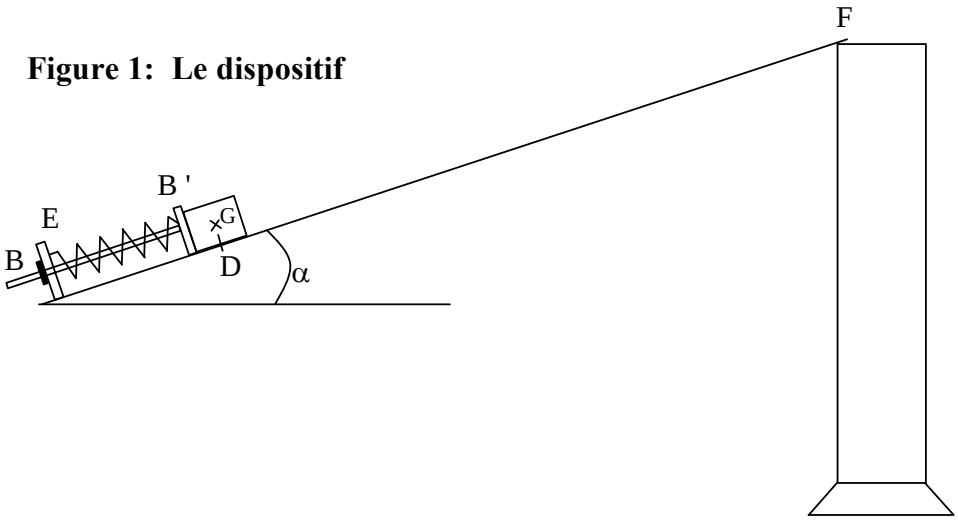
Les trois parties du problème sont indépendantes.

Les figures 1, 2 et 4 ne sont pas à l'échelle. La figure 3 est à l'échelle 1.
Intensité du champ de pesanteur au niveau du sol : g = 9,80 m.s^{-2}.

Un palet en acier de masse m = 50,0 g peut se déplacer sur une gouttière inclinée d'un angle α = 28,0° avec l'horizontale. En D, le palet passe avec une vitesse $\overrightarrow{V_D}$ acquise à l'aide d'un propulseur à ressort. En F, la gouttière est ouverte et le palet peut en sortir librement. Il tombe ensuite dans une éprouvette contenant de la glycérine.

On peut considérer les frottements comme négligeables dans les parties 1 et 2, lorsque le palet glisse dans la gouttière.

Figure 1: Le dispositif



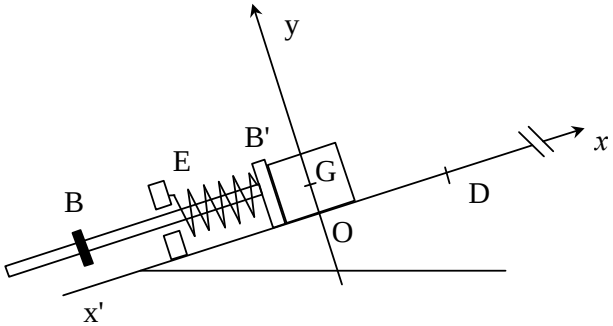
Partie 1 : propulsion du palet

Dans le bas de la gouttière se trouve un dispositif de propulsion constitué d'une tige munie de deux butées B et B' servant d'axe à un ressort. Le dispositif a une masse négligeable devant celle du palet. Le ressort a une longueur à vide l_0.

L'extrémité E du ressort est maintenue fixe, l'autre est libre et reste en contact avec le palet par l'intermédiaire de la butée B' tant que le ressort est comprimé.

La position du centre d'inertie G du palet est repérée sur un axe x'x de même direction que la ligne de plus grande pente de la gouttière et orienté vers le haut (**voir figure 2**).

Figure 2: vue agrandie du lanceur



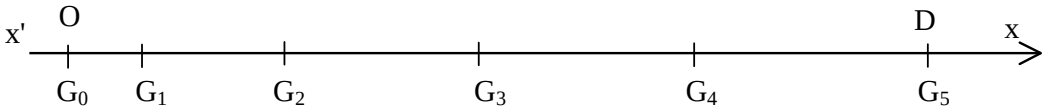
Un manipulateur tire sur la tige et comprime ainsi le ressort jusqu'à ce que le centre d'inertie du palet se trouve au point O. En lâchant la tige, il libère le dispositif qui propulse le palet.

Lorsque le centre d'inertie du palet arrive en D, la butée B bloque le mouvement du ressort qui retrouve dans cette position sa longueur à vide et libère le palet

On filme le mouvement du palet puis on exploite la vidéo avec un logiciel adapté.

La **figure 3** suivante, présente la position qu'occupe le centre d'inertie G du palet à intervalles de temps réguliers τ = 20,0 ms (points G_0 à G_5) A t = 0, le centre d'inertie du palet est au point O ou G_0 .

Figure 3: position du centre d'inertie du palet (échelle 1)



1.1. - En exploitant numériquement la figure 3, déterminer les vitesses V_{G2} et V_{G4} du palet aux points G_2 et G_4.

1.2. - Exprimer le vecteur accélération $\overrightarrow{a_{G3}}$ du palet au passage du point G_3 en fonction des vitesses $\overrightarrow{V_{G4}}$ et $\overrightarrow{V_{G2}}$ et de l'intervalle de temps τ.

En déduire la valeur de cette accélération a_{G3}.

1.3. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au palet et les représenter sur un schéma.

1.4. - En projetant la seconde loi de Newton appliquée au palet sur l'axe x'x, exprimer la valeur de la force de rappel F du ressort en fonction de m, g, a_G , α.

1.5.A partir du résultat de 1.2. et des mesures, calculer la valeur de F au point G_3.

Partie 2 : Montée du palet dans la gouttière.

Le palet n'est plus sous l'action du propulseur et il quitte le point D avec une vitesse V_D = 2,00 $m.s^{-1}$ puis il glisse jusqu'au point F où il s'arrête.

Dans cette partie du mouvement, on prendra la position du centre d'inertie du palet en D comme origine des altitudes (z_D = 0) et comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur : $E_{PP}(D) = 0$.

2.1. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au palet sur le trajet DF et les représenter sur un schéma.

2.2. - Donner l'expression au point D de l'énergie mécanique $E_M(D)$ du palet en translation dans le champ de pesanteur.

2.3. - Donner l'expression de l'énergie mécanique $E_M(F)$ du palet au point F, en fonction de m, g, α et de la distance DF.

2.4. - Montrer que sur le trajet DF, l'énergie mécanique du palet en translation dans le champ de pesanteur se conserve. En déduire la valeur de la distance DF.

Partie 3 : Chute du palet sans vitesse initiale.

En F, le palet poursuit son mouvement en réalisant une chute verticale (sans vitesse initiale) dans une éprouvette contenant de la glycérine (**voir figure 4 page suivante**). On admettra que dans ce cas, le palet est soumis à une force de frottement fluide, modélisée par un vecteur $\vec{f}$ de même direction que le vecteur vitesse $\vec{V}$ mais de sens opposé et de valeur f = k.V, k étant une constante positive.

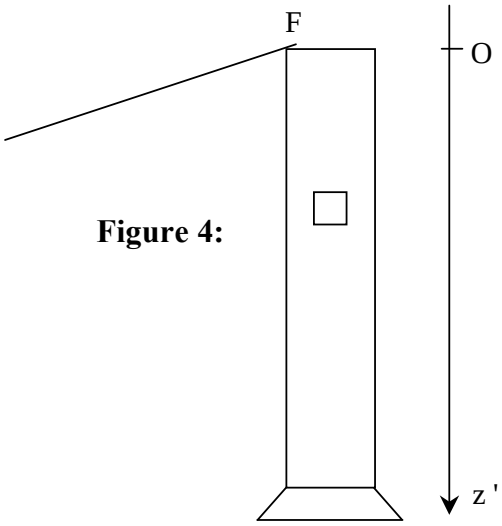


Figure 4:

3.1. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le palet pendant sa chute dans la glycérine et les représenter sur un schéma.

3.2. - En appliquant la seconde loi de Newton, montrer que le mouvement du centre d'inertie du palet obéit à une équation différentielle du type $\frac{dV}{dt} = A - BV$. Donner les expressions littérales de A et B en fonction des données du texte, de la masse volumique ρ de la glycérine et du volume V_{0l} du palet

3.3. - En utilisant le graphe V = f(t) suivant, calculer numériquement les valeurs de A et B en justifiant votre démarche.

