

Contrôle Continu n°1

(Durée : 1h)

Mardi 31 Octobre 2006

Seules sont autorisées les calculatrices non programmables et sans écran graphique de type « collègue ». Les téléphones portables doivent être éteints et rangés. Les documents de toute sorte sont interdits. Lisez **complètement** et **attentivement** le problème car vous pouvez répondre à des questions sans avoir fait les questions précédentes.

Problème : Mouvement d'un palet

Les deux parties du problème sont complètement indépendantes

Un palet d'acier de masse $m = 50,0 \text{ g}$ peut se déplacer sur un plan incliné (gouttière) faisant un angle $\alpha = 28,0^\circ$ avec l'horizontale. En D, le palet passe avec une vitesse V_D acquise par un propulseur à ressort. Le palet arrive ensuite en F avec une vitesse nulle. Les frottements peuvent être considérés comme négligeables dans les parties A et B. On prendra dans tout le problème : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

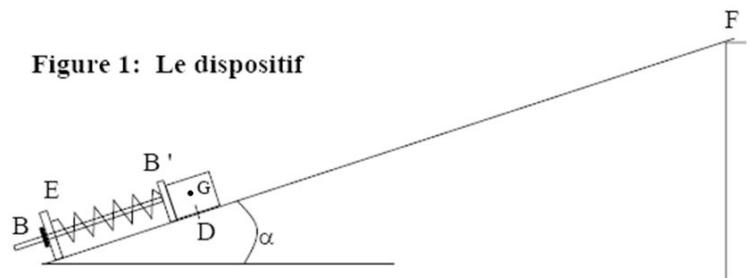
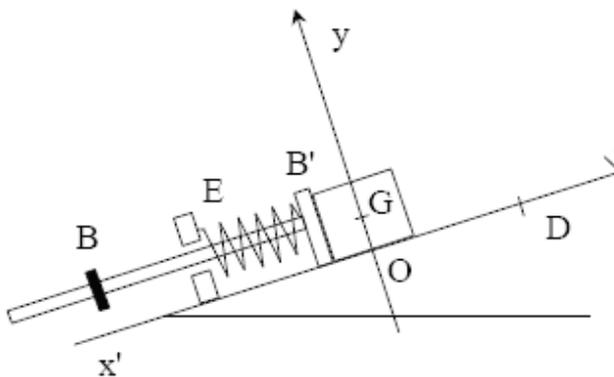


Figure 1: Le dispositif

PARTIE A : propulsion du palet

Figure 2: vue agrandie du lanceur



Dans le bas de la gouttière se trouve un dispositif de propulsion constitué d'un ressort (ayant une masse négligeable devant celle du palet) d'une longueur à vide ℓ_0 . L'extrémité E du ressort est fixe tandis que l'autre, le point B', est libre et reste en contact avec le palet tant que le ressort est comprimé. La position du centre du palet, point G, est repérée sur un axe ($x'Ox$) comme le montre la **figure 2** ci contre.

A l'instant $t = 0$, le palet se trouve en O. On libère le ressort qui propulse le palet jusqu'en D. Pendant la propulsion le palet subit de la part du propulseur une force F. On filme le

mouvement du palet puis on exploite la vidéo avec un logiciel. La **figure 3**, donnée en annexe, présente la position qu'occupe le point G à intervalles réguliers τ de 20,0 ms.

A-1] Combien de temps le palet met – il pour aller de O à D ?

A-2] En exploitant les données fournies en annexe, déterminer la vitesse moyenne V_{G2} (en m/s) lorsque le palet s'est déplacé du point G_1 au point G_3 . Calculer de la même façon V_{G4} .

A-3] Calculer la valeur numérique de l'accélération moyenne dans l'intervalle $[G2-G4]$. On prendra cette valeur pour l'accélération au passage du point G_3 , que l'on note a_{G3} .

A-4] Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le palet pendant la phase de propulsion et les représenter sur un schéma.

A-5] Énoncer la deuxième loi de Newton. En projetant la seconde loi de Newton selon les axes (Ox) et (Oy), donner l'expression de la force de rappel du propulseur à ressort, F, en fonction de m, g, α et de l'accélération a_G . À l'aide de l'équation obtenue, déterminer la dimension de F ; quelle est son unité dans le système internationale ?

A-6] À partir du résultat de la question A-3], calculer la valeur numérique de la force F au point G_3 .

A-7] Quelle est l'expression de la force élastique exercée par un ressort de constante de raideur k, de longueur à vide ℓ_0 et de longueur « à charge » ℓ ?

A-8] Sachant que la longueur ℓ_0 correspond (approximativement) à OD, calculer la valeur de la constante de raideur k à partir du résultat de la question A-6]. Dans le système international, quelle est l'unité de cette constante ?

La valeur de k a également été déterminée en mesurant la période d'oscillation libre de ce ressort (en position verticale) et en accrochant une masse M de 500 g. La formule donnant la période d'oscillation (T) en fonction de la masse M et de la constante de raideur k est :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

A-9] Vérifier l'homogénéité de la formule précédente. Sachant que $T = 1,3$ s, calculer la valeur de k par cette méthode. Pourquoi trouve-t-on une valeur légèrement différente ?

PARTIE B : Montée du palet sur le plan incliné

Le palet n'est plus sous l'action du propulseur et il quitte le point D avec une vitesse $V_D = 2,0$ m/s puis il glisse jusqu'au point F où il s'arrête. Dans cette partie du mouvement, on prendra la position du centre du palet en D comme origine des altitudes ($z_D = 0$) et comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur : $E_{pp}(D) = 0$. On rappelle que l'on peut négliger les frottements dans cette partie devant les autres forces

B-1] Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Donner une définition de force conservative.

B-2] Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le palet pendant le trajet DF et les représenter sur un schéma. Donner leur expression vectorielle.

B-3] L'énergie mécanique est-elle conservée dans cette partie du problème? Pourquoi?

B-4] Donner l'expression au point D de l'énergie mécanique $E_M(D)$ du palet. À partir de cette expression, donner la dimension de l'énergie mécanique $E_M(D)$.

B-5] Donner l'expression de l'énergie mécanique du palet au point F, $E_M(F)$, en fonction de m, g, α et la distance DF. À partir de cette expression, donner la dimension de $E_M(F)$. Est-ce cohérent avec le résultat de la question précédente ?

B-6] En déduire la valeur de la distance DF en justifiant précisément vos calculs.