U.S.T.H.B.
Faculté de Physique

S.T./S.M./G.C./G.M./ELT/ELN
1ère année

Test de Travaux Pratiques de Mécanique
Janvier 2009 - 02 heures

La figure 1 ci-dessous représente le schéma d'une expérience réalisée au laboratoire. A est un corps de masse M_A= **145 g** posé sur un table horizontale. Il est relié à l'avant, à un corps B de masse M_B= **175 g** par l'intermédiaire d'un fil inextensible passant dans la gorge d'une poulie de masse négligeable, et à l'arrière à une des extrémités d'un élastique, l'autre extrémité étant fixé au support d'une sonnette. L'élastique se comporte comme un ressort parfait et sa constante d'élasticité est K=12 N/m. A l'instant t=0 s, le système est maintenu au repos, l'élastique est complètement mou et le corps B se trouve à une altitude h_i = 1 m par rapport au sol.

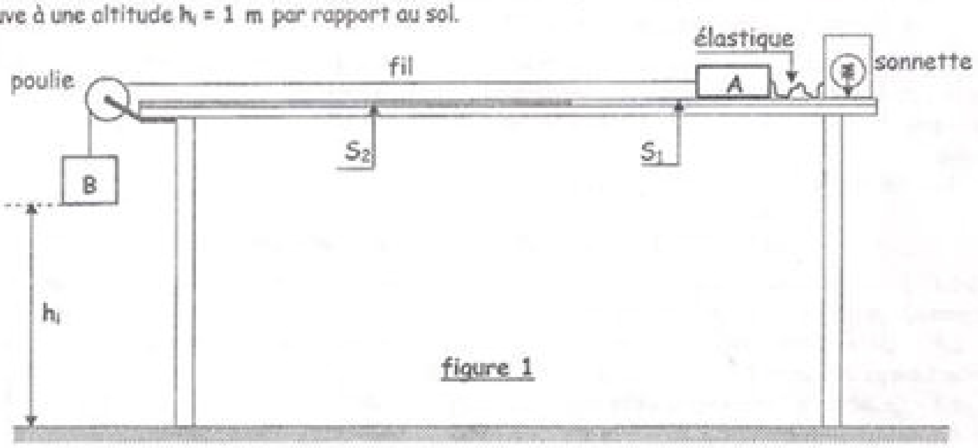


figure 1

On libère le système. B descend verticalement et A glisse dans un premier temps sur une surface S_1 puis s'apprête à la quitter à un instant t_1 pour poursuivre son mouvement sur une surface S_2 (figure 2). L'élastique est toujours mou.

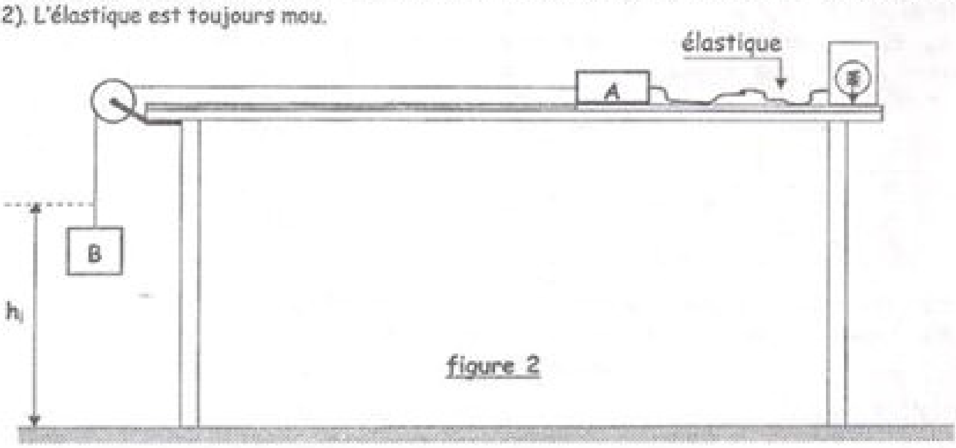


figure 2

A un instant t=t_2 l'élastique retrouve sa longueur à vide l_0 (figure 3). Par la suite, A va continuer à glisser sur la même surface S_2 et l'élastique va agir sur le système jusqu'à l'arrêt total.

L'enregistrement du mouvement de A, donné au verso et à l'échelle 1, a été obtenu à l'aide de la sonnette dont la fréquence de frappe est de 0.01 s et d'une bande de papier fixée au corps A. Les premiers points ont été supprimés et l'enregistrement débute du point $P_0(t_0;x_0)$.

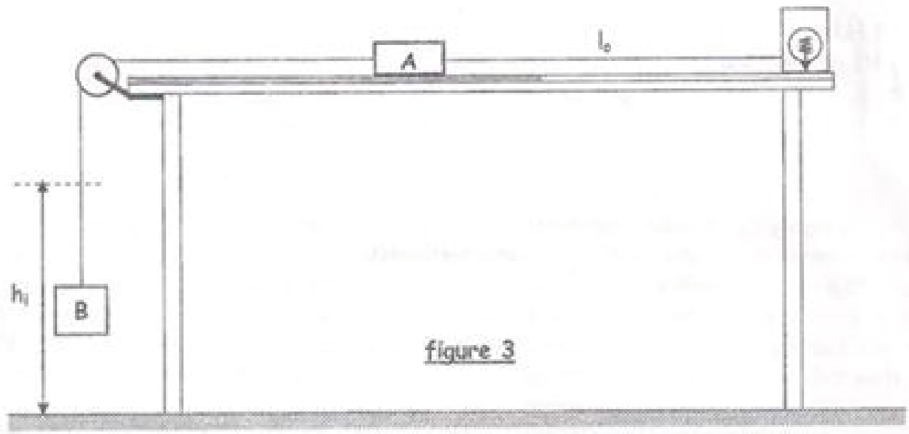


figure 3

1°) 1.1 - En prenant un intervalle de temps de 0.04 s, tracer le graphe V(t) donnant la vitesse instantanée des corps en fonction du temps. On prendra les échelles suivantes :
1 cm pour 0.04 s et 1 cm pour 0.1 m/s et on positionnera l'axe des vitesses à 3 cm du bord de la feuille.

1.2 - En déduire : - les instants t_0, t_1 et t_2
- la valeur de x_0
- les accélérations des corps a_1 et a_2 dans les deux premières phases du mouvement.

2°) 2.1 - Faire l'inventaire des forces agissant sur chaque corps A et B dans la première phase du mouvement. On appellera $\vec{f}$ la force de frottement due à la sonnette et on prendra son module égal à 0.3 N.

2.2 - Déterminer l'expression du coefficient de frottement dynamique μ_{D1} caractéristique du contact corps *A/surface S_1* et donner sa valeur.

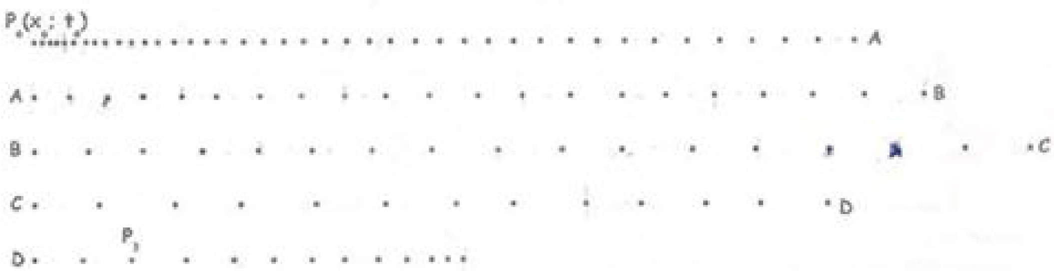
2.3 - En déduire l'expression et la valeur du coefficient de frottement dynamique μ_{D2} caractéristique du contact corps *A/surface S_2* ?

3°) 3.1 - Déterminer l'ensemble des valeurs demandées dans le tableau ci-dessous pour les points P_i (t=0), P_1 ($t=t_1$), P_2 ($t=t_2$) et P_3 (indiqué sur l'enregistrement). (x est l'abscisse du corps A mesurée à partir du point P_i, h est la hauteur du corps B mesurée à partir du sol, Δl est l'allongement de l'élastique, E_C, E_{pg}, E_{pe} et E_T les énergies cinétique, potentielle de gravitation, élastique et totale respectivement). On prendra le sol comme origine des énergies potentielles de gravitation.

	x (m)	h (m)	Δl (m)	V (m/s)	E_C (J)	E_{pg} (J)	E_{pe} (J)	E_T (J)
P_i								
P_1								
P_2								
P_3								

3.2 - Tracer $E_T(x)$, le graphe de l'énergie totale du système E_T en fonction de l'abscisse x.

3.3 - Expliquer l'allure de ce graphe et que peut-on en déduire ?



Corrigé et barème
Test de Travaux Pratiques de Mécanique
Janvier 2009

1°) 1.1 -

Δx (cm)	0.55	0.75	1.0	1.2	1.45	1.6	1.8	2.0
V (ms^{-1})	0.137	0.187	0.25	0.3	0.362	0.4	0.45	0.5
$t-t_o$ (s)	0.02	0.06	0.10	0.14	0.18	0.22	0.26	0.30

Δx (cm)	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.55	3.85	4.15
V (ms^{-1})	0.562	0.625	0.687	0.75	0.812	0.887	0.962	1.037
$t-t_o$ (s)	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62

Δx (cm)	4.4	4.75	5.05	5.2	4.95	4.45	3.7	2.65	1.6
V (ms^{-1})	1.1	1.187	1.262	1.3	1.237	1.112	0.925	0.662	0.4
$t-t_o$ (s)	0.66	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.98

Graphe V(t) : 4

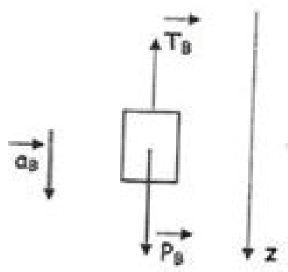
(- *1*) par axe non gradué, mal gradué ou absence d'étiquettes de graduation
(- *0.5*) par grandeur manquante (- *0.5*) par unité manquante
(-*2*) si le graphe est décalé suivant l'axe des temps

1.2 - $t_o = 0.08$ s **1/4** $t_1 - t_o = 0.42$ s **1/4** $t_2 - t_o = 0.74$ s **1/4**

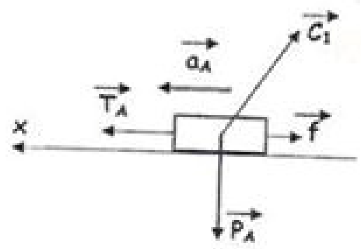
$V_o = 0.11\ ms^{-1}$ **1/4** $x_o = V_o \cdot t_o / 2 = 0.44$ cm **1/4**

$a_1 = 1.34\ ms^{-2}$ **1/4** $a_2 = 1.8\ ms^{-2}$ **1/4**

2°) 2.1 -



1/2



1/2

2.2 - $\vec{P_B} + \vec{T_B} = M_B\,\vec{a_B}$ $\vec{P_A} + \vec{T_A} + \vec{f} + \vec{C_1} = M_A\,\vec{a_A}$

Suivant z : $M_B\,g - T_B = M_B\,a_B$ $M_A\,g - C_{1\perp} = 0$

Suivant x : $T_A - C_{1//} - f = M_A\,a_A$

$$a_A = a_B = a_1$$
$$T_A = T_B$$

$$\mu_{D1} = \frac{C_{1//}}{C_{1\perp}} = M_B\,g - (M_A + M_B)\,a_1 - f\,/\,M_A\,g \quad 1.25$$

$$\mu_{D1} = 0.69 \quad 1/2$$

2.3 - L'inventaire des forces agissant sur chaque corps A et B dans la deuxième phase du mouvement étant similaire à celui de la première phase on obtient μ_{D2} en remplaçant a_1 par a_2 dans l'expression de μ_{D1}. 1/2

$$\mu_{D2} = \frac{C_{2//}}{C_{2\perp}} = M_B\,g - (M_A + M_B)\,a_2 - f\,/\,M_A\,g \quad 1/2$$

$$\mu_{D2} = 0.59 \quad 1/2$$

3°) 3.1 – Tableau des valeurs : 2.5

	x (m)	h (m)	Δl (m)	V (ms^{-1})	E_C (J)	E_{pg} (J)	E_{pe} (J)	E_T (J)
P_i	0	1	0	0	0	1.716	0	1.716
P_1	0.168	0.832	0	0.676	0.073	1.428	0	1.5
P_2	0.465	0.535	0	1.256	0.252	0.92	0	1.172
P_3	0.65	0.35	0.185	0.925	0.137	0.6	0.205	0.942

3.2 - Graphe $E_T(x)$ 1

3.3 - L'énergie totale du système ne se conserve pas. La perte d'énergie entre P_i et P_1 est due au travail de $\vec{f}$ et de la composante $\vec{C_{//1}}$ de la force de contact $\vec{C_1}$ (contact A/S_1).

$$\Delta E_{T1} = -(|C_{1//}|+|f|).x_1$$

$\vec{C_1}$ et $\vec{f}$ étant des constantes du mouvement, la perte d'énergie ΔE_{T1} en fonction de x est linéaire. 1/2

La perte d'énergie entre P_1 et P_3 est due au travail de $\vec{f}$ et de la composante $\vec{C_{1//}}$ de la force de contact C_2 (contact A/S_2).

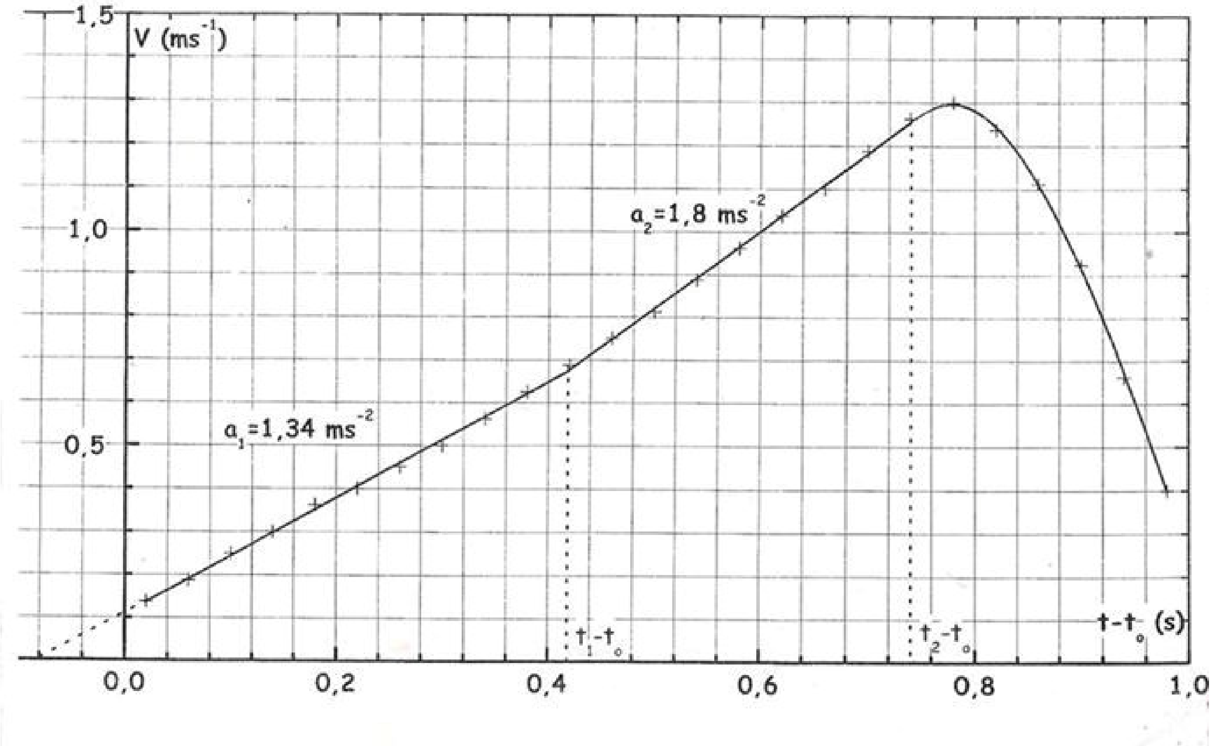
$$\Delta E_{T2} = -(|C_{2//}|+|f|).(x_3 - x_1)$$

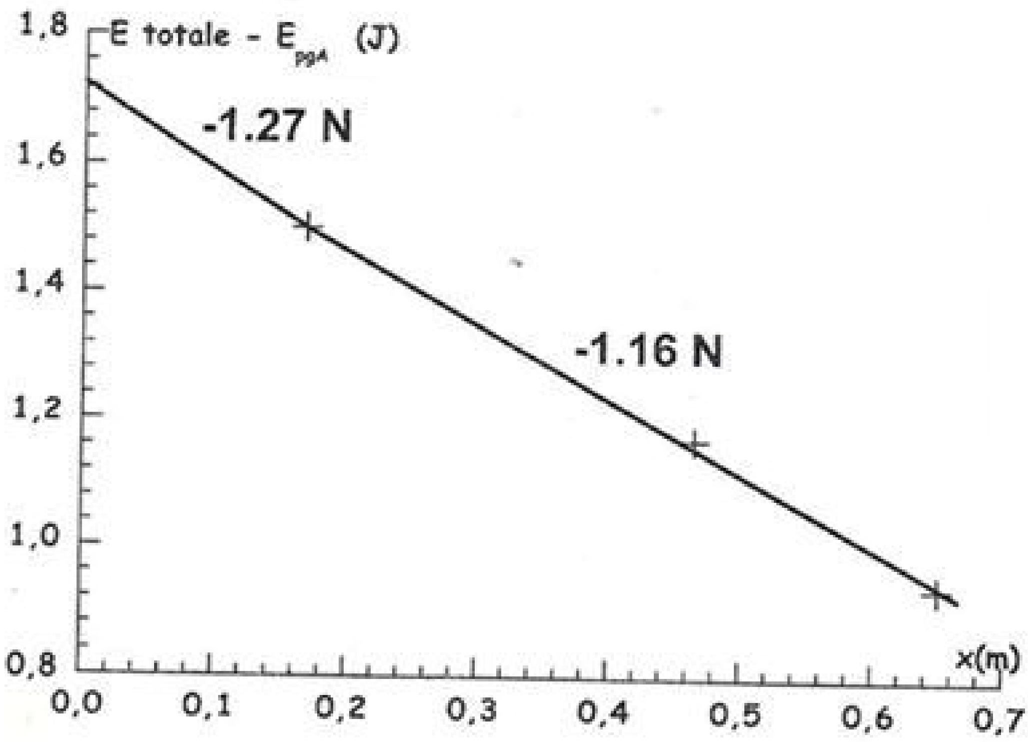
$\vec{C_2}$ et $\vec{f}$ étant des constantes du mouvement, la perte d'énergie ΔE_{T2} en fonction de x est linéaire. 1/2

On peut déduire du graphe $|C_{1//}|+|f|$ et $|C_{2//}|+|f|$ et les coefficient de frottement μ_{D1} et μ_{D2}.

$\Delta E_{T1}/x_1 = |C_{1//}| + |f| = 1.27$ N $\quad \mu_{D1} = 0.68$

$\Delta E_{T2}/(x_3-x_1) = |C_{2//}| + |f| = 1.16$ N $\quad \mu_{D2} = 0.6$ $\quad$ 1/2


V (ms^{-1})
1,5
1,0
0,5
a_2=1,8 ms^{-2}
a_1=1,34 ms^{-2}
t_1-t_o
t_2-t_o
t-t_o (s)
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0


E totale - E_{pgA} (J)
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
-1.27 N
-1.16 N
x(m)
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7