Annales d'orthoptie (session de septembre 2007)

EPREUVE DE PHYSIQUE

EXERCICE I

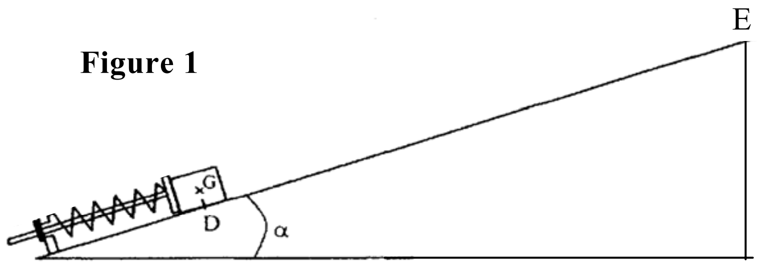
Les trois parties A, B et C du problème sont indépendantes

Un solide en acier de masse m = 30,0 g peut se déplacer sur un plan incliné d'un angle **α** = 35,0° avec l'horizontale. En D, le solide passe avec une vitesse $\vec{V}_D$ acquise à l'aide d'un ressort. (figure 1)

On peut considérer les frottements comme négligeables dans les parties A et B, lorsque le solide glisse sur le plan.

Intensité du champ de pesanteur au niveau du sol : g = 9,80 $m.s^{-2}$.

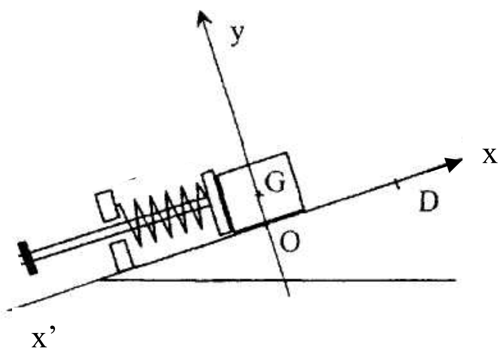
Figure 1



Partie A

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

Figure 2

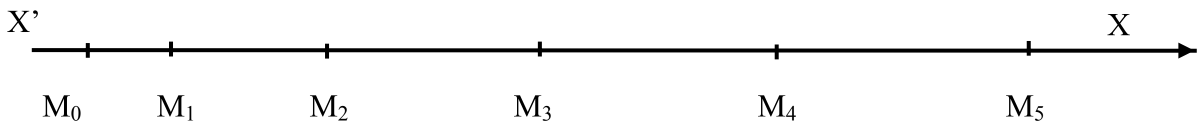


On tire sur la tige et on comprime ainsi le ressort jusqu'à ce que le centre d'inertie du solide se trouve au point O, puis on lâche la tige.

Lorsque le centre d'inertie du solide arrive en D, le ressort est bloqué et le solide est libéré.

La figure 3 suivante représente à l'échelle 1 les positions occupées par le centre d'inertie G du solide pendant la phase de propulsion à des intervalles de temps réguliers τ = 20,0 ms (points Mo à M_5). A t = 0 le centre d'inertie du solide est au point O ou M_Q.

Figure 3



1) - Déterminer à 10^{-3} près les vitesses V_{M2} et V_{M4} du solide aux points M_2 et M_4 en effectuant des mesures sur la figure 3,
2) - Exprimer le vecteur accélération $\vec{a}_{M3}$ du solide au passage du point M_3 en fonction des vitesses $\vec{V}_{M2}$ et $\vec{V}_{M4}$ et de l'intervalle de temps τ.
   En déduire la valeur de cette accélération a_{M3} .
3) – Représenter les forces qui s'appliquent au solide sur un schéma.
4) - En appliquant la seconde loi de Newton au solide exprimer la valeur de la force de rappel F du ressort en fonction de m, g, α et de l'accélération a.
5) - A partir du résultat de A 2) calculer à 10^{-2} près la valeur de F au point M_3 .

Partie B

En D la vitesse du solide est $V_D = 2,00$ m.s^{-1} .Il glisse ensuite jusqu'au point E où il s'arrête.

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

1) - Représenter sur un schéma les forces qui s'appliquent au solide sur le trajet DE.
2) - Donner l'expression au point D de l'énergie mécanique Em(D) du solide en translation dans le champ de pesanteur.
3) - Donner l'expression de l'énergie mécanique Em(E) du solide au point E, en fonction de m, g, α et de la distance DE.
4) – En admettant que l'énergie mécanique du solide en translation dans le champ de pesanteur se conserve, calculer la valeur de la distance DE.
5) La figure 4 suivante représente à l'échelle ½ les positions occupées par le centre d'inertie G du solide à des intervalles de temps réguliers $\tau' = 40{,}0$ ms (points No à N_4). A t = 0, le centre d'inertie du solide est au point D ou N_Q

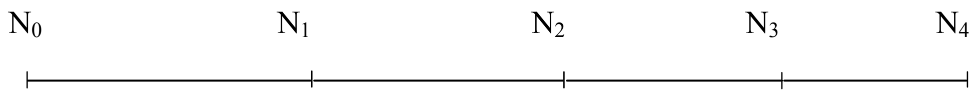


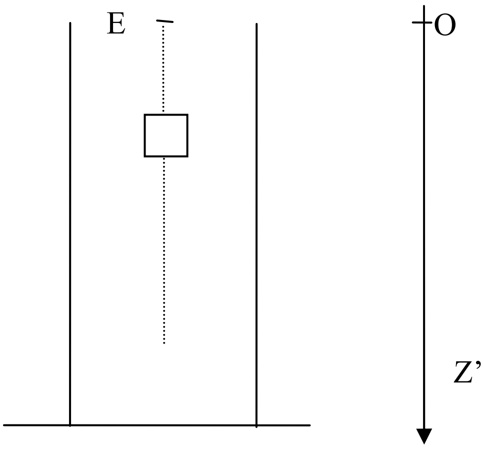
Figure 4 (échelle ½)

Vérifier que les espaces successifs parcourus par G : N_0N_1, N_1N_2, N_2N_3 et N_3N_4 sont en progression arithmétique de raison $r=-9.10^{-3}$ m, approximativement. Etablir l'équation du mouvement en prenant D comme origine des espaces et le passage en D comme origine des temps. Etablir l'expression de r en fonction de g, α et τ'. En déduire la valeur de l'accélération du solide sur la trajectoire DE à 10^{-2} près.

Partie C

En E, le solide subit une chute verticale sans vitesse initiale dans une éprouvette contenant un liquide **(voir figure 5).** On admettra que dans ce cas, le solide est soumis à une force de frottement fluide, représentée par un vecteur $\vec{f}$ de même direction que le vecteur vitesse $\vec{V}$ mais de sens opposé et de valeur f=kV, k étant une constante positive.

figure 5



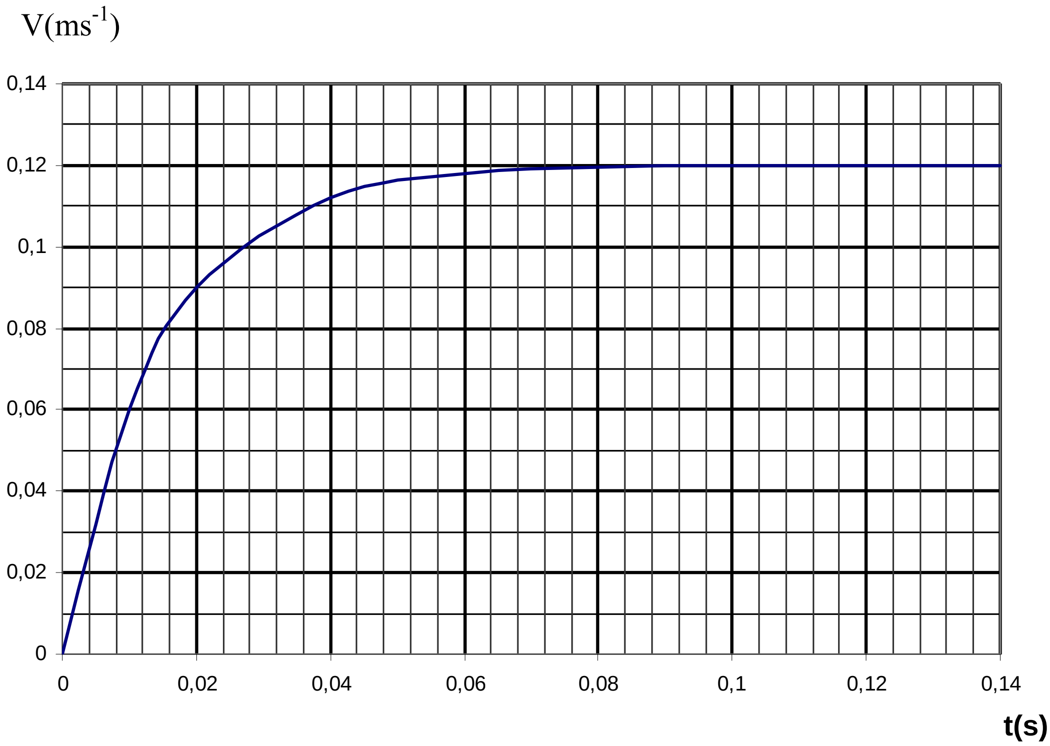
1) - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le solide pendant sa chute dans le liquide et les représenter sur un schéma.

2) - En appliquant la seconde loi de Newton, montrer que le mouvement du centre d'inertie du solide obéit à une équation différentielle du type $\frac{dV}{dt} = \alpha - \beta.V$.

   Donner les expressions littérales de α et β en fonction des données du texte, de la masse volumique ρ du liquide et du volume VS du solide.

3) - En utilisant le graphe V=f(t) de la figure 6, calculer numériquement les valeurs de α et β en justifiant votre démarche.

figure 6



EXERCICE II

On charge un condensateur de capacité $C = 2,0\ \mu F$ sous une tension E constante. Le condensateur est ensuite branché aux bornes d'un dipôle.

Ce dipôle est successivement :

- une bobine d'inductance L, de résistance négligeable
- une bobine d'inductance L, de résistance r non négligeable,
- un conducteur ohmique de résistance R.

La tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps obtenue dans chacun cas est représentée sur l'une des figures 1, 2 ou 3.

1. A quel dipôle correspond chaque figure ? Justifier votre choix en décrivant le phénomène observé.

2. A chaque phénomène observé correspond un temps caractéristique.
   Définir ce temps et le calculer en utilisant le graphique.
   En déduire la valeur de la résistance R du conducteur ohmique, de l'inductance L de la bobine.

3. Pour chaque cas faire un schéma du montage constitué du condensateur et du dipôle étudié. Donner une relation entre les tensions aux bornes des différents composants contenus dans le circuit.
   Etablir l'équation différentielle à laquelle obéissent les variations de u_c en fonction du temps.

4. Dans le cas où le condensateur se décharge dans une bobine inductive de résistance négligeable, quelles sont les énergies mises en jeu ? Calculer ces énergies à $t = 0$ s ?

5. Dans le cas où le condensateur se décharge dans une bobine inductive de résistance non négligeable, quelle est l'énergie perdue pendant la première pseudo-période ? Que devient cette énergie ?

figure 1

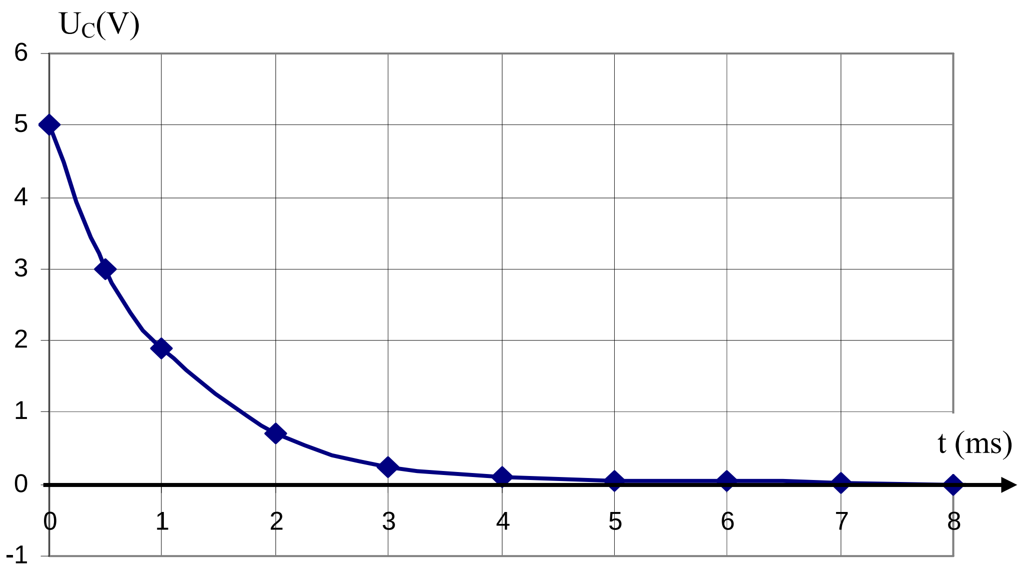


figure 2

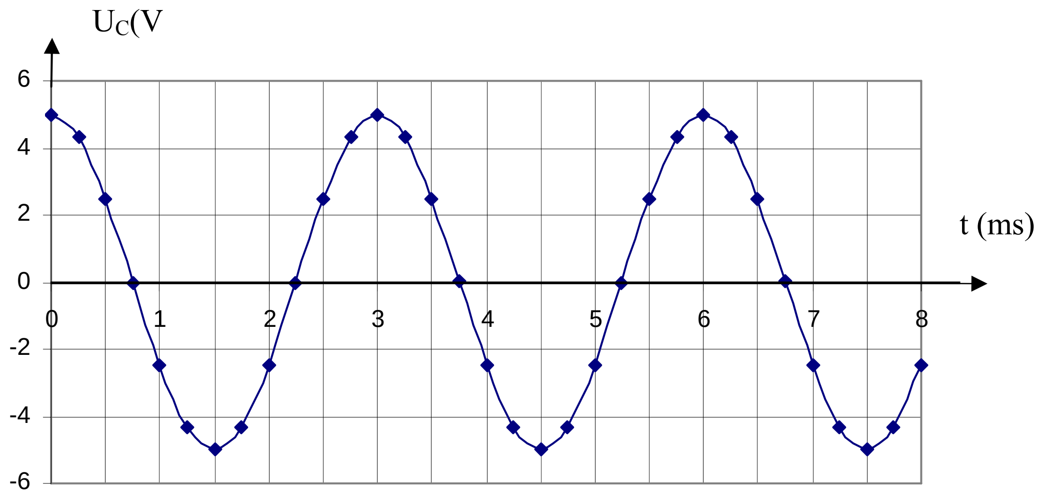
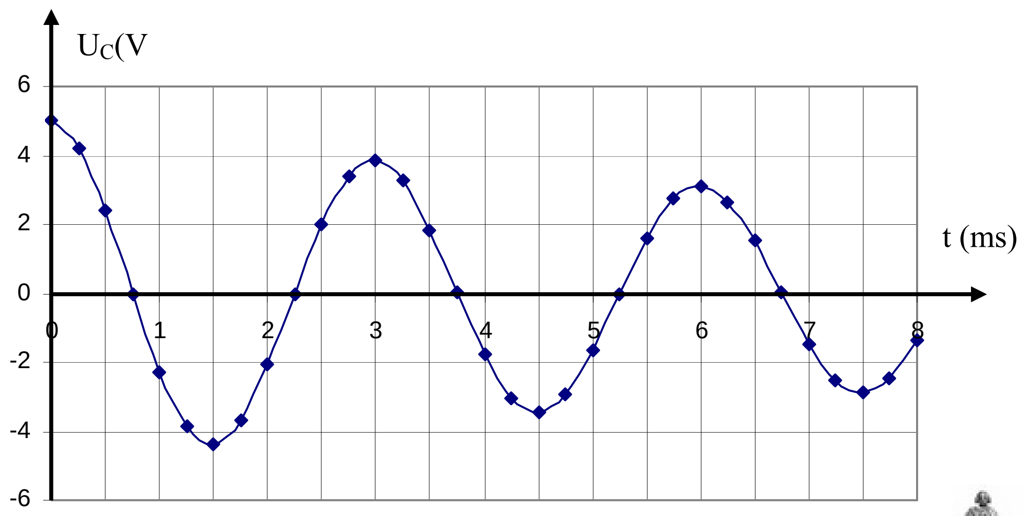


figure 3



EXERCICE III

Le phosphore $^{32}_{15}P$ est radioactif. Il se désintègre en émettant un électron et en formant du soufre.

1.
 a) Établir l'équation de désintégration.

 b) Définir la demi-vie d'un élément radioactif.

 c) Rappeler la loi exprimant le nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon en fonction du temps (loi de décroissance).

2. Le nombre de noyaux radioactifs initial de l'échantillon est $N_0=5.10^{22}$. La demi-vie du phosphore 32 est $t_{½}=14,3$ jours

En utilisant la loi de décroissance compléter le tableau suivant (à reproduire sur la copie)

t (jours)	0	5	10	20	30	40	50
N(t)	5.10^{22}						$0,44.10^{22}$

3. Sur un graphique, représenter l'évolution du nombre de noyaux radioactifs N en fonction du temps. Retrouver graphiquement la valeur de la demi-vie du phosphore 32.

4. La masse du noyau de phosphore 32 étant de m (P)=$5,35631.10^{-26}$ kg et celle du soufre formé de m (S)=$5,35608\ l0^{-26}$ kg , calculer la perte de masse de l'échantillon étudié au bout de 50 jours.

Donnée : masse d'un électron $m_e = 9,10939.10^{-31}$ kg.

5. En déduire l'énergie libérée en 50 jours.

On rappelle la valeur de la célérité de la lumière : $c = 2,99792.10^{8}$ $m.s^{-1.}$