



DEVOIR DE NIVEAU N°5 DE SCIENCES PHYSIQUES



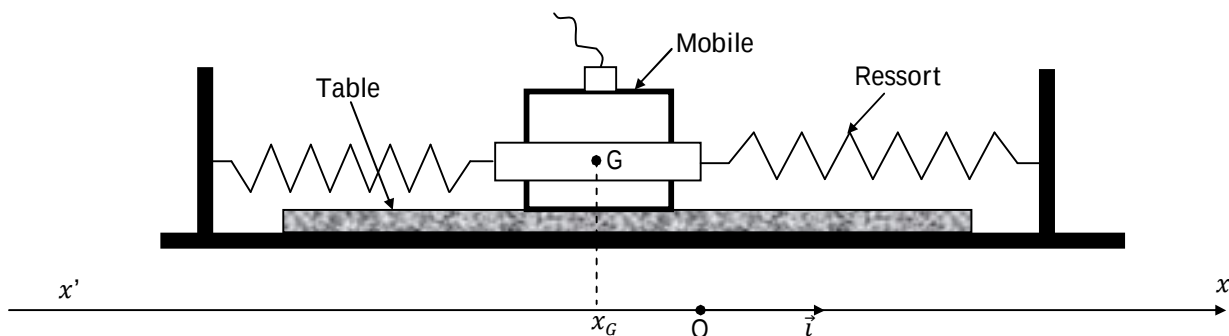
Ce devoir comporte trois (04) pages numérotées 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4.
Toute calculatrice scientifique est autorisée.

EXERCICE 1

(5 points)

On négligera dans tout l'exercice, les forces de frottements.

Au cours d'une séance de travaux pratiques des élèves étudient le mouvement, sur une table horizontale, d'un mobile autoporteur de masse $m = 0,714 \text{ kg}$ relié à deux ressorts à spires non jointives et de masses négligeables. Le mobile est initialement écarté de sa position d'équilibre et lancé avec une vitesse initiale v_0 . Le mouvement du mobile est filmé par les élèves. Les positions successives du centre d'inertie G du mobile sont repérées à l'aide d'un logiciel de pointage à partir de la date du lancement t_0 . Elles sont repérées sur un axe $x'x$ horizontal, orienté de gauche à droite. L'origine O de l'axe coïncide avec la position du centre d'inertie G lorsque le mobile est au repos. L'intervalle de temps séparant deux positions successives est $\tau = 80 \text{ ms}$. Le schéma ci-dessous représente, à une date t quelconque, le dispositif expérimental utilisé ainsi que l'axe $x'x$.



On admettra que ce dispositif, constitué de deux ressorts et d'une masse, est équivalent à celui constitué de la même masse et d'un seul ressort de constante de raideur k .

1. EXPLOITATION DU POINTAGE

Le tableau suivant donne les abscisses x_G des positions successives du centre d'inertie du mobile entre les dates t_{14} et t_{21} .

Position	14	15	16	17	18	19	20	21
Date t (s)	1,12	1,2	1,28	1,36	1,44	1,52	1,60	1,68
x_G (m)	-0,119	-0,112	-0,096	-0,073	-0,046	-0,015	0,017	0,048

- 1.1 En exploitant numériquement les données du tableau précédent, Dramane le major de la classe, trouve la valeur de la vitesse $v_{17} = 0,31 \text{ m.s}^{-1}$ à la date t_{17} . Calculer la valeur de la vitesse v_{19} à la date t_{19} .
- 1.2 Exprimer le vecteur accélération $\vec{a}_{18}$ du mobile au passage du point G_{18} en fonction des vecteurs vitesses $\vec{v}_{17}$ et $\vec{v}_{19}$ et de l'intervalle de temps correspondant.
Montrer que sa valeur est $a_{18} = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$ sachant que tous les vecteurs sont colinéaires de même sens.
- 1.3 Représenter les forces qui s'exercent sur le mobile sans considération d'échelle sur la figure 1 ci-dessous représentant le dispositif équivalent dans une position où le ressort est comprimé.

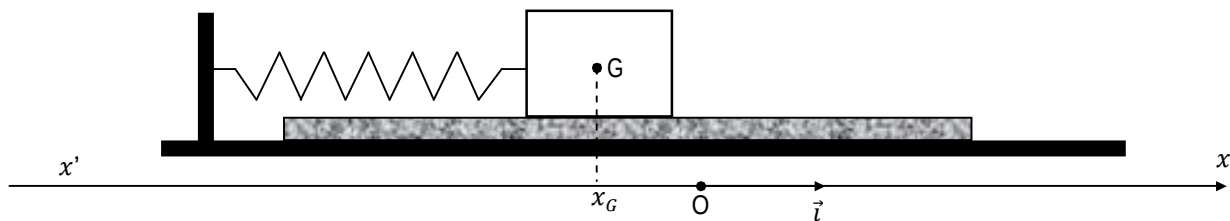


Figure 1

- 1.4 Parmi les propositions suivantes, choisir l'expression vectorielle de la force de rappel exercée par le ressort sur le mobile en fonction de l'abscisse x_G du centre d'inertie.

$$\vec{F} = k x_G \vec{i} \text{ ou } \vec{F} = -k x_G \vec{i}$$

- 1.5 En appliquant le théorème du centre d'inertie (2^e loi de Newton), établir la relation entre k , m , x et l'accélération a du mobile.
- 1.6 En reprenant les valeurs de l'abscisse et de l'accélération à la date t_{18} , en déduire une estimation de la valeur de la constante de raideur k du ressort équivalent.

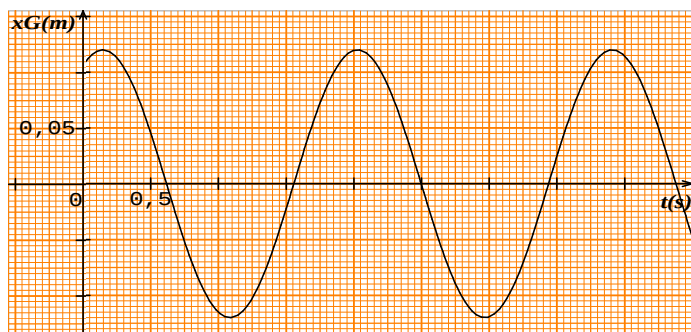
2. LA PERIODE PROPRE DE L'OSCILLATEUR

L'équation horaire du mouvement est de la forme générale : $x_G(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \delta_0\right)$.

- 2.1 Nommer les grandeurs X_m et δ_0 .
- 2.2 Choisir l'expression correcte de la période propre parmi les suivantes. Justifier par une analyse dimensionnelle : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$ ou $T_0 = 2\pi \sqrt{m \cdot k}$ ou $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
- 2.3 Dramane mesure la période propre et trouve $T_0 = 1,88$ s. Déduire de cette mesure une nouvelle estimation de la valeur de k .

3. LES CONDITIONS INITIALES ET L'ENERGIE MECANIQUE

La figure 2 ci-dessous représente la courbe $x_G = f(t)$ obtenue par Dramane ainsi que les résultats de sa modélisation.



Résultat de la modélisation de la courbe $x_G = f(t)$:

$$x_G(t) = a \cdot \cos(b \cdot t + c)$$

Avec :

$$a = 0,120 \text{ m}$$

$$b = 3,34 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = -0,488 \text{ rad}$$

- 3.1 Vérifier à l'aide de la modélisation de l'abscisse de x_G du centre d'inertie du mobile que l'abscisse à la date $t_0 = 0$ s est $x_0 = 10,6$ cm.
- 3.2 Montrer que l'expression de la vitesse en fonction du temps est : $v_G = -0,401 \sin(3,34 t - 0,488)$
- 3.3 Calculer la valeur initiale v_0 communiquée au mobile. Dans quel sens cette vitesse a-t-elle été communiquée ?
- 3.4 Soit E_m l'énergie mécanique du système {mobile+ressort}. La masse du ressort étant négligeable.
- 3.4.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m en fonction de k , m , x_G et v_G .
- 3.4.2 La valeur de l'énergie mécanique à la date t_{17} est $E_m = 5,6 \cdot 10^{-2}$ J. En utilisant les valeurs du tableau, retrouver la valeur de la constante de raideur k .
- 3.4.3 L'énergie mécanique E_m du système se conserve – t – elle sur la durée de l'enregistrement ? Justifier (aucun calcul n'est demandé).

EXERCICE 2

(5 points)

Les deux parties A et B sont indépendantes

Partie A

Les élèves de la classe Tle D₁₂ du Lycée moderne de Dimbokro décident de fabriquer une bobine à spires jointives de rayon $r = 2,52$ cm constitué d'un seul enroulement de fil. Pour cela, il dispose d'un fil de cuivre de longueur $L = 31$ m et de diamètre $d = 2$ mm.

1. Déterminer le nombre n de spires par mètre de la bobine ainsi constituée.
2. Montrer que le nombre de spires est $N = 196$.
3. Calculer la longueur ℓ de la bobine obtenue. Peut-on dire que cette bobine est un solénoïde ?

Partie B

Pour utiliser cette bobine, M. Odouma veut se rassurer des résultats obtenus par ses élèves. Il mesure ainsi la longueur de bobine et obtient $\ell = 40$ cm. Il mesure la valeur du champ magnétique à l'intérieur de la bobine à l'aide d'un teslamètre en faisant varier l'intensité I qui la traverse.

1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental permettant d'effectuer ces mesures.
2. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

I (A)	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
B (mT)	0	0,63	0,94	1,25	1,55	1,89	2,15	2,48	2,80

2.1 Tracer la courbe $B = f(I)$ sur une feuille de papier millimétré.

Echelle : $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 0,5 \text{ A}$ et $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 0,5 \text{ mT}$.

2.2 Dédurre de la courbe que B est proportionnel à I et déterminer le coefficient de proportionnalité k .

2.3 Donner l'expression de B en fonction de la longueur l , du nombre de spires N , de l'intensité du courant I et de la perméabilité du vide.

2.4 Déterminer le nombre de spires N .

3. La bobine précédente est placée perpendiculairement au méridien magnétique (voir figure) dans une région de l'espace où règne un champ magnétique terrestre $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

Une aiguille aimantée est placée en son centre.

3.1 Quel champ magnétique indique l'aiguille aimantée en l'absence de courant électrique ?

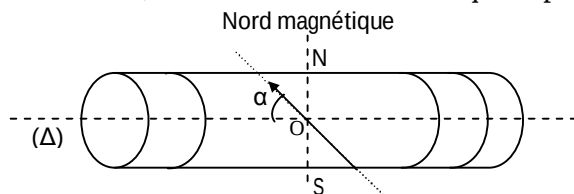
Représenter sur un schéma ce champ ainsi que l'aiguille aimantée.

3.2 On fait circuler un courant électrique I' , l'aiguille aimantée tourne et fait un angle $\alpha = 60^\circ$ comme l'indique la figure.

3.2.1 Quel champ magnétique indique l'aiguille aimantée ? Représenter ce champ sur le schéma.

3.2.2 Calculer la valeur du champ magnétique créé par le solénoïde au point O.

3.2.3 Indiquer sur le schéma, le sens du courant électrique I' puis calculer sa valeur.



EXERCICE 3

(5 points)

Cet exercice comporte deux parties indépendantes.

Partie 1

Dans une fiole jaugée de 250 mL, on introduit :

- $V = 100 \text{ mL}$ de solution de nitrate de sodium NaNO_3 de concentration $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- $m = 4,26 \text{ g}$ de sulfate de sodium solide Na_2SO_4 .

On complète avec de l'eau distillé. La solution obtenue, considérée comme parfaite, à un pH égal à 7 à 25°C .

1. Ecrire l'équation de dissolution de chaque soluté dans l'eau.

2. Calculer les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces en solution.
3. Vérifier l'électroneutralité de la solution.

Partie 2

On prépare une solution S en mélangeant une solution d'acide chlorhydrique et une solution d'acide nitrique. Les ions présents dans le mélange S obtenu ne réagissent pas entre eux.

Les concentrations de l'acide chlorhydrique et de l'acide nitrique dans le mélange sont respectivement C_1 et C_2 .

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de chacun des deux acides avec l'eau.
2. On verse dans $V=100$ mL de S, une solution aqueuse de nitrate d'argent utilisée en excès. On obtient un précipité blanc de masse $m_1=717$ mg.
 - 2.1 Donner la formule et le nom du précipité blanc.
 - 2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui abouti à la formation du précipité.
 - 2.3 En déduire la valeur en mol.L^{-1} , de la concentration C_1 de la solution d'acide chlorhydrique.
3. La solution S a un pH de 1,1.
 - 3.1 Calculer la concentration, en mol.L^{-1} , des ions H_3O^+ .
 - 3.2 En déduire la valeur de la concentration C_2 .

Données en g.mol^{-1} : Na : 23 ; O : 16 ; S : 32 ; N : 14 ; Cl : 35,5 ; Ag : 108

EXERCICE 4

(5 points)

Cet exercice comporte deux parties indépendantes.

Partie 1

1. La combustion complète, d'une mole d'un composé oxygéné A de formule brute C_xH_yO et de densité par rapport à l'air $d = 2,55$, dans le dioxygène, produit de l'eau et 17,6 dag de dioxyde de carbone.

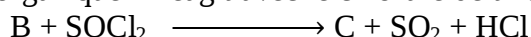
- 1.1 Ecrire l'équation – bilan de la combustion complète du composé A.
- 1.2 Déterminer la formule brute de A.
- 1.3 Donner les formules semi-développées possibles de A. Les nommer.

2. L'oxydation de A par une solution acidifiée de dichromate de potassium conduit à un corps A' qui précipite avec la D. N. P. H mais est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

- 2.1 Quelles sont la fonction chimique et la classe de A.
 - 2.2 En déduire les formules semi-développées et les noms de A et A'.
 - 2.3 Ecrire l'équation – bilan de la réaction d'oxydoréduction qui transforme A en A'.
- On donne le couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$.

Partie 2

Un composé organique B réagit avec le chlorure de thionyle (SOCl_2) suivant la réaction :



L'action de C sur la méthylamine produit entre autre le N – méthyléthanamide. En présence de l'oxyde de phosphore (P_4O_{10}), l'action de B sur B donne un composé organique D et de l'eau.

L'action de D sur l'éthanol donne un composé E et le corps C.

- 1 Indiquer les formules semi-développées et les noms des composés B, C, D et E.
2. Le corps E réagit avec une solution de potasse (KOH).
 - 2.1 Donner le nom et les caractéristiques de cette réaction.
 - 2.2 Ecrire l'équation – bilan de la réaction.

Données en g.mol^{-1} : H : 1 ; O : 16 ; C : 12.