

- Cours en ligne
- Cours presentiels

 **MATHS**

 **PC**

 **SVT**

La science autrement...



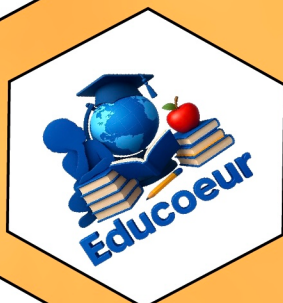
Nos programmes:

Niveaux : Moyen/Secondaire



Programme Wolof

Apprentissage avec des cours
exclusivement en Wolof



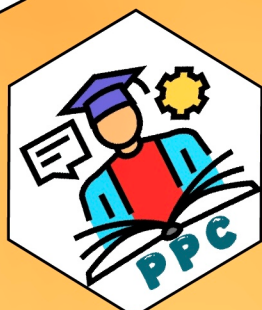
Programme Social

Prise en charge d'élèves avec
des problèmes de moyens



Tous les élèves

Renforcement de capacité
en ligne



Prépa Concours

Préparation des concours comme :
ESP - EMS - ENSA - IPSL
ISFAR ENSAE



77 106 98 79

77 575 04 18



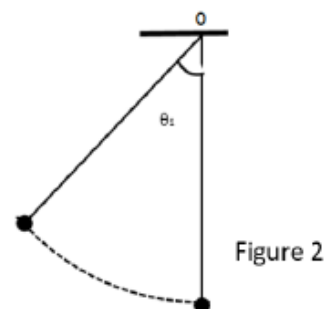
OSCILLATIONS MECANIKES AU BAC

BAC S1 2023

EXERCICE 3 (05 points)

Un expérimentateur dispose d'un fil inextensible de longueur $L = 611 \text{ mm}$ et d'un solide de masse $m = 90 \text{ g}$. Il décide de vérifier, par une série d'expériences, la valeur de l'intensité du champ de pesanteur g du lieu.

Pour cela, il constitue avec ce fil un pendule simple en fixant à son extrémité inférieure le solide supposé ponctuel. L'extrémité supérieure du fil est fixée à un support fixe en O.



3.1 Expérience 1 :

Le fil étant tendu, l'expérimentateur écarte le solide de sa position d'équilibre stable d'un angle $\theta_1 = 20^\circ$ par rapport à la verticale, puis le lâche sans vitesse initiale (figure 2)

3.1.1 Reproduire la figure 2 et représenter les forces extérieures s'exerçant sur le solide. (0,25pt)

3.1.2 Montrer que l'expression de l'intensité du champ de pesanteur est donnée par : $g = \frac{v_e^2}{2L(1 - \cos\theta_1)}$ avec v_e la

vitesse du solide lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre stable. (0,5pt)

3.1.3 La valeur de la vitesse mesurée lors de son passage par la position d'équilibre stable est $v_e = 8,5 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$, calculer la valeur de l'intensité du champ de pesanteur g . (0,25 pt)

3.2 Expérience 2 :

Le fil étant tendu, l'expérimentateur écarte à nouveau le solide de sa position d'équilibre stable d'un angle $\theta_2 = 7^\circ$ par rapport à la verticale, puis le lâche sans vitesse initiale. Par un dispositif approprié, il a pu recueillir un ensemble de valeurs permettant de tracer la courbe donnant la variation de l'élongation angulaire θ en fonction du temps. (Figure 3).

3.2.1 En considérant le système {pendule} et en appliquant le théorème de l'accélération angulaire, montrer que son mouvement peut être décrit par l'équation différentielle de son abscisse angulaire θ : $\ddot{\theta} + \frac{g}{L} \sin \theta = 0$. (0,25 pt)

3.2.2 Dans le cas d'oscillations du pendule de faibles amplitudes ($\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)}$), la solution de l'équation différentielle est de la forme $\theta(t) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi\right)$.

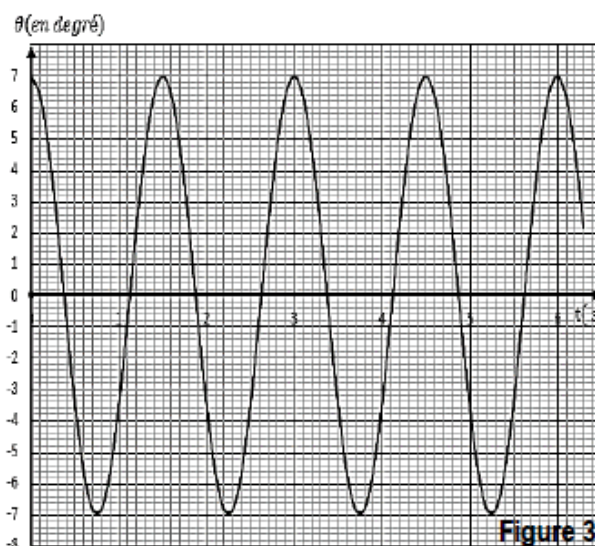
Etablir l'expression de la période propre T_0 de l'oscillateur en fonction de L et g . (0,5pt)

3.2.3 Par exploitation de la figure 3, déterminer les valeurs de θ_m et ϕ . En déduire la valeur de l'intensité du champ de pesanteur g . On prendra $T_0 = 1,568 \text{ s}$ (0,75pt)

3.2.4 Pour chacune des expériences 1 et 2, déterminer l'écart relatif sur l'intensité du champ de pesanteur.

Conclure. On rappelle que la valeur standard de g en ce lieu est $9,81 \text{ m.s}^{-2}$. (0,5pt)

3.3 Maintenant l'expérimentateur s'intéresse à l'influence des forces de frottement sur un autre pendule simple de longueur $L_1 = 1,00 \text{ m}$. Il envisage d'étudier le cas où le solide subit une force de frottement visqueux $\vec{f} = -k\vec{v}$



avec $\vec{v}$ le vecteur vitesse instantanée du solide et k une constante positive. Le pendule est écarté de sa position d'équilibre stable d'un angle $\theta_0 = 10^\circ$ par rapport à la verticale, puis lâché sans vitesse initiale à la date $t = 0$ s. Il relève la valeur maximale de l'angle θ noté θ_m atteint successivement par le pendule après chaque oscillation. Il dresse le tableau de mesures ci-dessous : Ln est le logarithme népérien

rang des oscillations	0	1	2	3	4	5	6	7	8
t(s)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	12	14	16
θ_m (en degrés)	10	8,2	6,7	5,5	4,5	3,7	3,0	2,5	2,0
Ln (θ_m)									

3.3.1 Recopier puis compléter le tableau.

(0,25pt)

3.3.2 Tracer le graphe donnant $\text{Ln } \theta_m = f(t)$ et en déduire la relation numérique entre $\text{Ln}(\theta_m)$ et t .

(0,5pt)

Echelle : En abscisse : 1 cm pour 2,0 s ; En ordonnée : 1 cm pour 0,25 unité de $\text{Ln } \theta_m$.

3.3.3 Etablir l'équation différentielle relative à l'abscisse angulaire θ du pendule. Quelle est la nature précise de ces oscillations mécaniques ? Justifier la réponse.

(0,5 pt)

3.3.4 La loi horaire donnant θ_m en fonction du temps est : $\theta_m(t) = 10 e^{-\lambda t}$ où λ est une constante positive . Déterminer la valeur de λ .

(0,25pt)

3.3.5 Déterminer la période temporelle T_1 caractéristique de ce type d'oscillations puis la comparer à la valeur de la période propre T_0 de cet oscillateur. Conclure.

(0,5pt)

BAC S1 2010

Depuis Galilée, les pendules pesants ont été l'objet d'études approfondies, car ils ont constitué du XIX^e au XX^e siècle, l'organe essentiel des horloges de précision.

Un pendule pesant est constitué d'un solide pouvant osciller autour d'un axe fixe, de part et d'autre de sa position de repos, sous l'action de son poids. La balançoire, le porte-clés, le balancier d'une horloge en constituent des exemples.

Un modèle simplifié du pendule pesant est le pendule simple. Celui-ci est constitué d'un solide ponctuel suspendu en un point par un fil inextensible de longueur très supérieure à la dimension du solide.

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse $m = 50$ g suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur $\ell = 50$ cm.

Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O.

Dans toute la suite les frottements seront négligés.

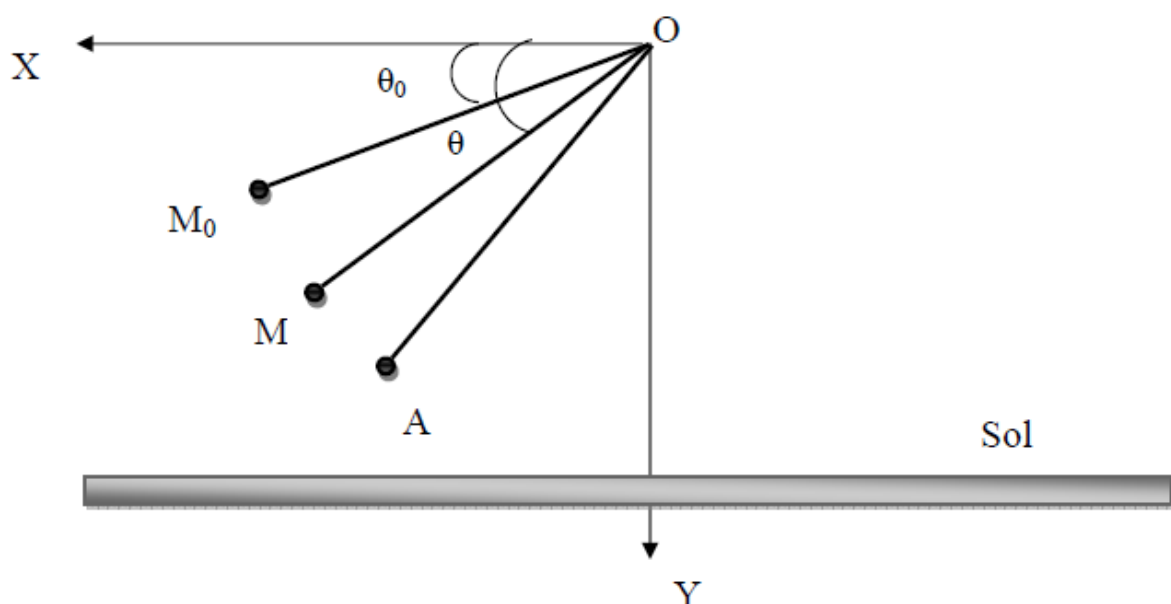
3.1 Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre,

des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Evaluer la période de ces

oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

(0,5 pt)

3.2 On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM_0}) = 15^\circ$ (voir fig ci-dessous) et on lance la bille dans le plan XOY avec le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O. On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$.



3.2.1 Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0 , g , ℓ , θ et θ_0 . **(0,5 pt)**

3.2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M ; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de v_0 , ℓ , θ_0 , θ , g et m . **(0,75 pt)**

3.2.3 Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer. **(0,5 pt)**

3-2.4 Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O, de valeur $V'_0 = 4,15 \text{ m.s}^{-1}$. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au point A repéré par l'angle $\alpha = (\vec{OX}, \vec{OA}) = 45^\circ$.

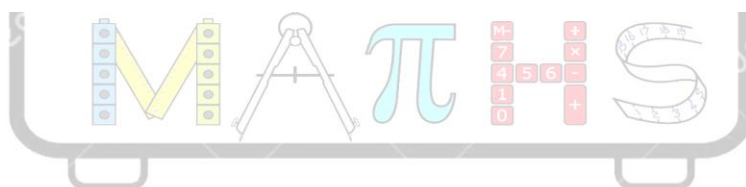
3-2.4-1 Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_A$ de la bille au point A. **(0,5 pt)**

3-2.4-2 Déterminer, dans le repère orthonormé $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$ donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération. **(0,75 pt)**

3-2.4-3 En posant $u = \ell \cos \alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$, l'équation de

la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit : $y = \frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} u^2 + \frac{u}{\tan \alpha} + \ell \sin \alpha$. **(0,5 pt)**

3-2.4-4 Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance $h = 1,5 \text{ m}$ au dessous du point O. **(0,5 pt)**



BAC S1 2016

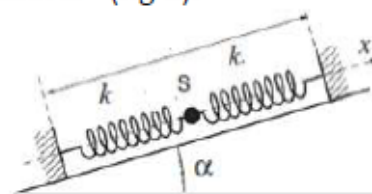
3-1 Deux ressorts identiques, de longueur à vide $L_0 = 10 \text{ cm}$, de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ sont tendus et fixés à deux supports P_1 et P_2 , distants de $L = 30 \text{ cm}$, sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$. Un solide ponctuel S de masse $m = 100 \text{ g}$ est fixé aux deux ressorts (fig 1).

3-1-1 Recopier la figure, puis représenter les forces qui s'exercent sur le solide ponctuel S , à l'équilibre.

(0,25 point)

3-1-2 Calculer, le solide ponctuel S étant en équilibre, les allongements respectifs des ressorts (R_1) et (R_2).

(0,5 point)



(fig 1)

3-2 On associe à cet ensemble un repère constitué d'un axe ($X'X$) orienté vers le haut et parallèle à la direction des ressorts. L'origine de ce repère coïncide avec la position du solide S , au repos. A la date $t_0 = 0$, le solide S est déplacé de sa position d'équilibre, le long de l'axe, vers le bas, de 2 cm , puis lâché sans vitesse initiale.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur coïncide avec la position du solide S en équilibre.

3-2-1 En négligeant l'action de l'air, établir à partir d'une étude dynamique, l'équation différentielle du mouvement du solide S .

(0,5 point)

3-2-2 Préciser la nature du mouvement du solide S ; exprimer ensuite la période propre, T_0 , de ce mouvement.

(0,25 point)

3-2-3 Etablir l'expression de l'énergie potentielle du système «ressorts, solide S et terre».

(0,5point)

3-3 On néglige toujours les forces de frottement. On note x la position du solide S et $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ sa vitesse.

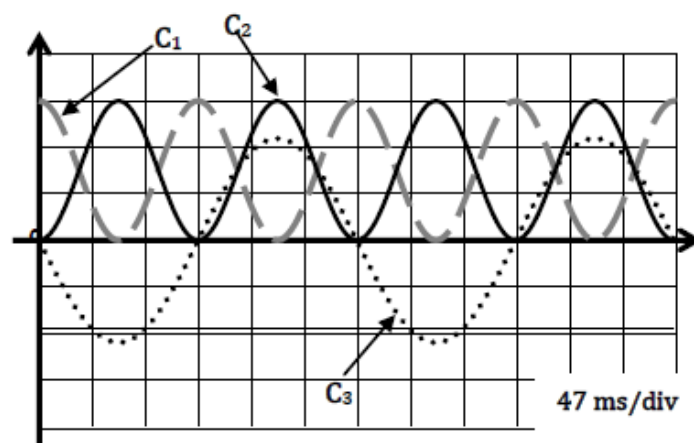
Montrer que ces deux paramètres d'évolution du solide S , la position et la vitesse, obéissent à une relation de la forme : $\dot{x}^2 + A^2 x - B^2 = 0$, où A et B sont des constantes positives dont on précisera les expressions.

(0,5 point)

3-4 Grâce à des capteurs on peut enregistrer l'évolution temporelle de la position x du solide ponctuel S puis tracer les courbes qui donnent son énergie cinétique E_c et de l'énergie potentielle E_p du système «ressort-solide (S)-terre» en fonction du temps.

3-4-1 Identifier, en justifiant, la courbe relative à la vitesse du solide, celle relative à son énergie cinétique et celle relative à l'énergie potentielle du système « ressorts-solide S et terre ».

(0,25 point)



3-4-2 Déterminer graphiquement les valeurs des périodes T et T_0 , respectives, de l'énergie potentielle E_p et de la position instantanée x du solide S . Les comparer.

(0,5 point)

3-5 Déterminer, en millijoules, la valeur de chaque division de l'axe des énergies.

En déduire la vitesse maximale du solide S .

(0,75 point)

BAC S1 2020

Un solide S_1 de masse m_1 est propulsé, le long d'une piste à coussin d'air, grâce à un choc avec un solide S_2 , de masse m_2 .

Le solide S_2 est lui même relié à un ressort horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k .

L'autre extrémité du ressort est fixe en O. La piste comporte une rampe AB de longueur L inclinée d'un angle α sur l'horizontale. Un trou T placé sur l'horizontale permet de recevoir le solide S_1 (voir figure).

A l'équilibre, la position du centre d'inertie du solide S_2 est notée G_0 telle que $OG_0 = \ell_0$.

Tous les frottements sont négligés.

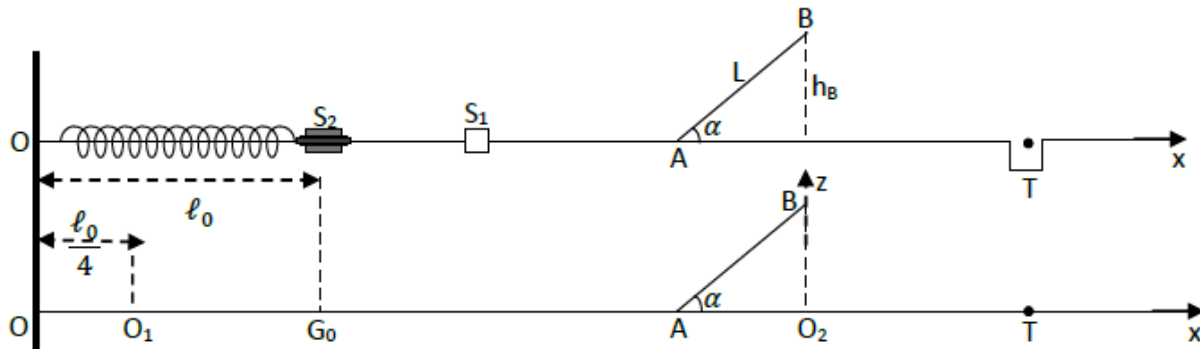


Figure 2

4.1.- Un joueur comprime le ressort : la nouvelle position du centre d'inertie G_2 du solide S_2 devient O_1 telle que $OO_1 = 0,25 \ell_0$. Puis ce même joueur le lâche sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates.

4.1.1- Montrer que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du palet S_2 s'écrit :

$$\ddot{x} + \frac{k}{m_2} x = 0 \quad \text{où } x \text{ est l'abscisse de } S_2 \text{ à un instant } t \text{ sur l'axe } (Ox) \text{ dont l'origine est } G_0. \quad (0,75 \text{ point})$$

4.1.2- L'équation horaire du mouvement de S_2 peut s'écrire sous la forme : $x(t) = Q \sin(\omega_0 t + \varphi)$ où x est l'abscisse de S_2 à un instant t sur l'axe (Ox) . (0,5 point)

4.1.2.1- Indiquer la nature du mouvement de S_2 ? (0,5 point)

4.1.2.2- Etablir l'expression littérale de la période T_0 du mouvement. Calculer T_0 . (0,5 point)

On prendra $m_2 = 200 \text{ g}$ et $k = 20 \text{ N/m}$

4.1.2.3- Déterminer les valeurs des constantes Q et φ et en déduire numériquement l'équation horaire $x(t)$. (0,75 point)

4.2- Le choc entre les palets a lieu lorsque le centre d'inertie G_2 du solide S_2 passe en G_0 .

Le solide S_1 acquiert alors une certaine vitesse qui lui permet d'aborder la rampe AB avec un vecteur-vitesse $\vec{v}_1$ colinéaire et de même sens que AB et de valeur $V_1 = 3,6 \text{ m/s}$.

4.2.1- Calculer la vitesse V_B du solide S_1 au passage au sommet de la rampe, sachant que B est situé à une hauteur $h_B = 25 \text{ cm}$ au-dessus du plan horizontal passant par A. (0,5 point)

4.2.2- On se propose d'étudier la trajectoire du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au-delà du point B. L'origine des dates est choisie à l'instant où le solide S_1 quitte le point B avec la vitesse $\vec{v}_B$.

On suppose que le solide S_1 n'est soumis qu'à son poids.

4.2.2.1- Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au-delà de B, dans le repère (O_2xz) . (0,5 point)

4.2.2.2- Etablir l'expression littérale, puis numérique, de la vitesse du solide S_1 au sol. (0,5 point)

4.2.2.3- A quelle distance du point O_2 faut-il placer le trou T ? (0,5 point)

Données : $m_2 = 200 \text{ g}$; $k = 20 \text{ N/m}$; $\ell_0 = 24 \text{ cm}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\alpha = 30^\circ$.

BAC S2 2007

EXERCICE 3 (04,5 points)

En travaux pratiques un groupe d'élèves utilisent deux méthodes différentes pour déterminer la constante de raideur K d'un ressort à spires non jointives.

• 3.1. La méthode statique :

L'extrémité supérieure du ressort est fixée. A son extrémité libre, sont suspendues successivement des masses de différentes valeurs (figure a). Pour chaque masse m l'allongement $\Delta \ell$ du ressort est mesuré à l'aide d'une règle (non représentée sur la figure). Le tableau de valeurs suivant est obtenu :

m (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\Delta \ell$ (cm)	2,5	5,0	7,5	10	12,4	15,1	17,5	19,8

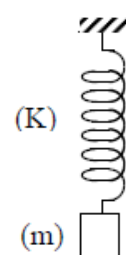


Figure a

3.1.1 Tracer le graphe de l'allongement $\Delta \ell$ en fonction de la masse m . En déduire la relation numérique entre $\Delta \ell$ et m . (0,75 point)

3.1.2 Sur un schéma, représenter les forces s'exerçant sur la masse m . Traduire alors la condition d'équilibre et en déduire l'expression de K en fonction de m , $\Delta \ell$ et l'intensité de la pesanteur g . (0,75 point).

3.1.3 En déduire la valeur de la constante de raideur K . On prendra $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$. (0,50 point)

• 3.2. La méthode dynamique :

Dans cette partie le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur horizontal. Le solide de masse M , de valeur inconnue, solidement lié au ressort, se déplace sur un support horizontal (figure b). Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe $X'X$

horizontal orienté par le vecteur unitaire $\vec{i}$ et on repère la position du centre d'inertie G du solide par son abscisse X sur cet axe.

A l'équilibre le ressort n'est ni comprimé, ni allongé et l'abscisse X est nulle (le point G est confondu avec l'origine de l'axe $X'X$).

A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre, et lâchée sans vitesse initiale.

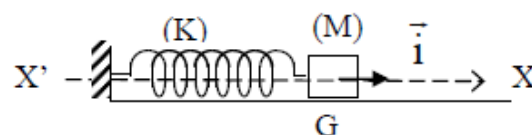


Figure b

3.2.1 Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la masse M à un instant t donné et les représenter sur un schéma. (0,50 point)

3.2.2 Par application du théorème du centre d'inertie appelé aussi deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle du mouvement.

En déduire l'expression de la période T_0 des oscillations en fonction de la constante de raideur K et de M . (0,50 point)

3.2.3 La mesure de 10 oscillations donne 10,6 s. Calculer T_0 . (0,25 point)

3.2.4 L'objet précédent de masse M est surchargé d'une masse $m_1 = 20\text{ g}$ fixée sur lui. Le système est à nouveau mis en oscillation comme précédemment. Cette fois la durée de 10 oscillations donne 10,7 s. Exprimer la nouvelle période T en fonction de K , m_1 et M . (0,25 point)

3.2.5 En déduire l'expression de K en fonction de T_0 , T et m_1 . (0,50 point)

3.2.6 Calculer K . Comparer avec le résultat obtenu par la méthode statique. Expliquer. (0,50 point)

