

EXERCICES DE REMEDIATION ET DE RENFORCEMENT

Exercice 1 :

Un solide de masse $m = 500\text{g}$ peut glisser sans frottement le long d'un axe (Ox) horizontale. Ce solide est attaché à un ressort dont la raideur vaut $K = 26\text{Nm}^{-1}$. L'autre extrémité est fixée à un support.

- 1) Fais un schéma et établis l'équation différentielle du mouvement.
- 2) Le solide est tiré à partir de sa position d'équilibre d'une distance $a = 12\text{cm}$ et lâché sans vitesse. Détermine l'équation horaire du mouvement du solide dans les cas suivants :
 - a. Prendre pour instant initial, l'instant où le solide est lâché.
 - b. Prendre pour instant initial, l'instant où le solide passe pour la première fois par sa position d'équilibre.
- 3) Montre que l'énergie mécanique du système se conserve. Calcule sa valeur et en déduis la vitesse maximale du solide.
- 4) On écarte à nouveau le solide de sa position d'équilibre de $a = 12\text{cm}$ et on l'abandonne en lui communiquant une vitesse de $-1,37\text{ms}^{-1}$. Détermine l'équation horaire du mouvement en prenant comme instant initial, l'instant où le solide est lâché.
- 5) Calcule l'énergie mécanique du système, ainsi que la vitesse maximale du solide.

Exercice 2 :

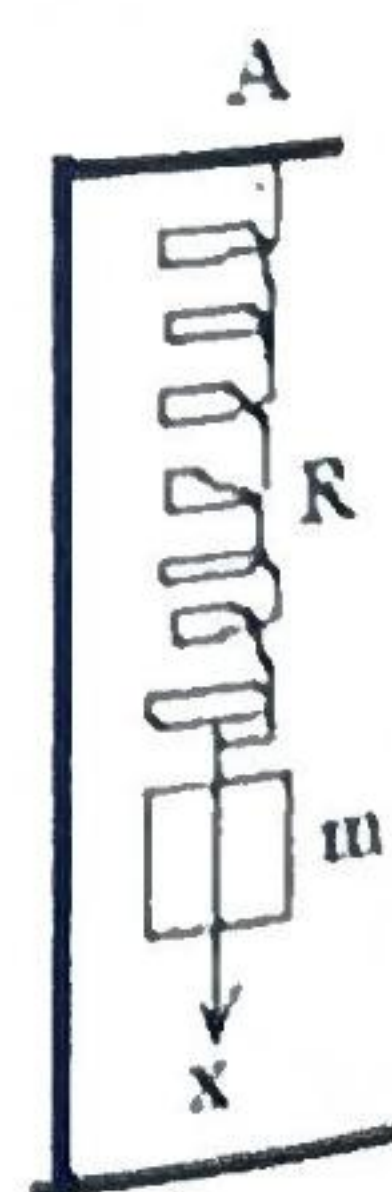
On prendra $\pi = \sqrt{10}$ et pour valeur de l'intensité de la pesanteur $g = \pi^2\text{m.s}^{-2}$.

- I) Un ressort hélicoïdal R à spires non jointives, parfaitement élastique, a une longueur à vide $l_0 = 30\text{cm}$. Il s'allonge de 5cm lorsqu'on exerce sur lui une traction de 1N . R est fixé à une potence par une de ses extrémité A ; à l'autre extrémité est accroché une masse m. Lorsque le système est en équilibre, le centre de gravité de m est en G_0 à la verticale Ax (Voir figure).

On tire alors sur m, de façon à déplacer son centre de gravité verticalement vers le sol et à amener en G_1 tel que $G_0G_1 = 2\text{cm}$.

Au temps $t = 0$, on lâche m sans vitesse initiale. On néglige la masse de R, l'amortissement du système et on appelle k la constante de raideur du ressort.

- 1) Détermine la nature du mouvement du centre de gravité G de m.
- 2)
 - a. Ecris l'équation horaire du mouvement de G en donnant la valeur numérique de chaque paramètre (on donne $m = 500\text{g}$).
 - b. Calcule la période T_0 du mouvement.



3) Exprime, en fonction du temps, l'énergie cinétique E_c de m au cours des oscillations. Calcule la valeur maximale de E_c . Montre que l'expression $E_c + \frac{1}{2}kx^2$ est une constante, justifie ce résultat par un raisonnement rigoureux.

II) On fait varier la valeur de la masse m et on mesure à chaque fois la période T des oscillations. On obtient les résultats suivants :

m (kg)	0,1	1,5	2	2,5	3
T (s)	0,490	0,583	0,663	0,735	0,800
$T^2(s^2)$	0,240	0,340	0,440	0,540	0,640

1) Construis le graphique $T^2 = f(m)$. On précisera les échelles.

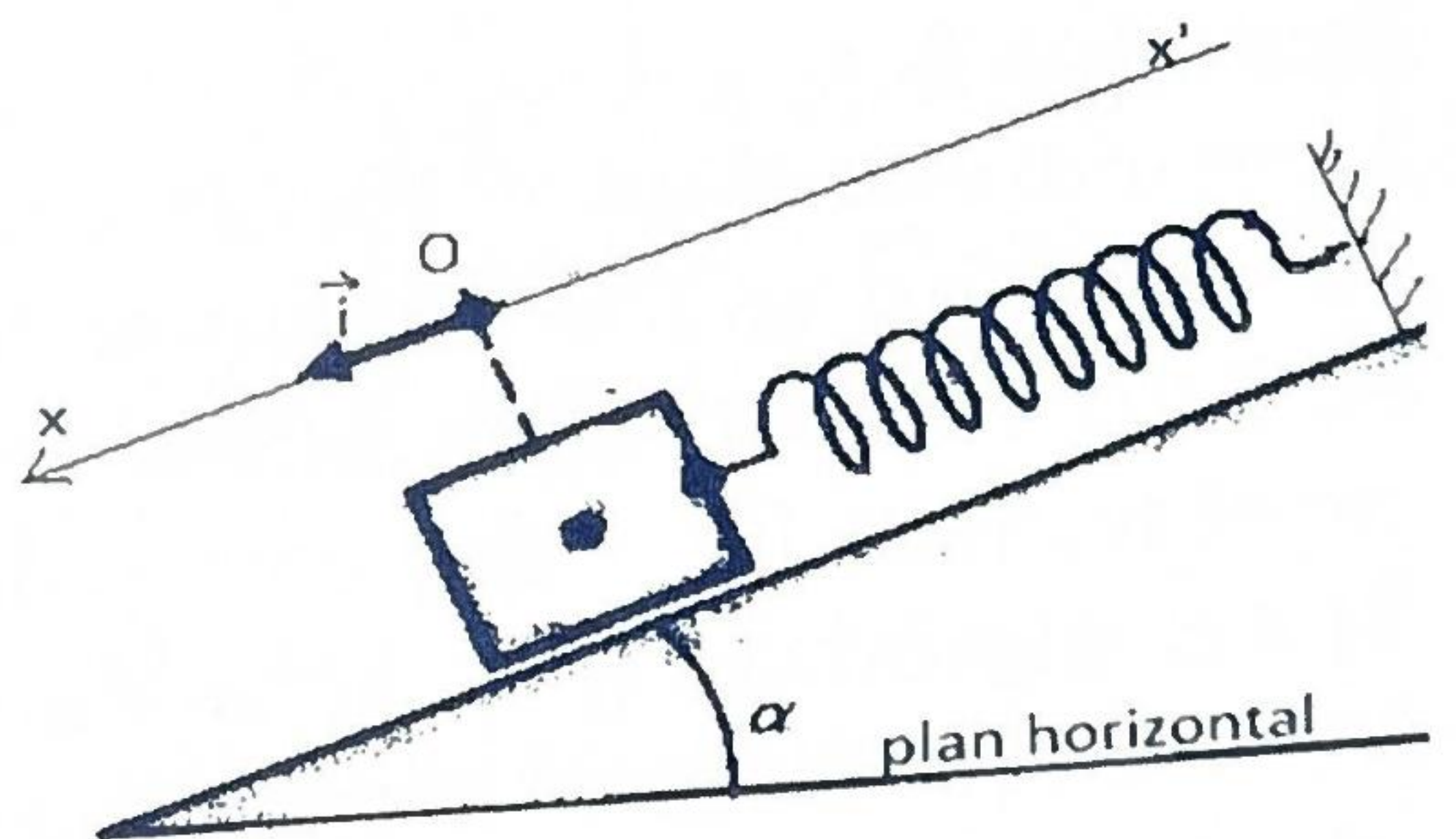
2) Montre que ce graphique ne vérifie pas la formule démontrée en I.

3) En réalité $T = 2\pi \sqrt{\frac{m+\mu}{k}}$, μ étant un paramètre dépendant de la masse du ressort.

Montre que la relation est en accord avec le graphique. Calcule la valeur de μ à l'aide du graphique.

Exercice 3 :

On considère un ressort à spires non jointives de masse négligeable, de raideur $k=50 \text{ Nm}^{-1}$ et dont l'une des extrémités est fixée à un support fixe. A l'autre extrémité du ressort, on accroche un solide (S) de masse $m=500\text{g}$. Le dispositif est tel que le solide (S) peut glisser sans frottement suivant un axe $x'x$ sur le plan incliné d'un angle $\alpha=30^\circ$ par rapport au plan horizontal. (Voir figure).



1) Calcule l'allongement Δl_0 du ressort quand le système (ressort-solide-terre) est en équilibre. $g=10\text{N/Kg}$.

2) On déplace le solide S à partir de sa position d'équilibre prise comme origine des abscisses en comprimant le ressort d'une longueur $a=4\text{cm}$, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t=0\text{ s}$.

a. En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (S), établis l'équation différentielle de son mouvement.

b. Détermine l'équation horaire du mouvement.

c. La période T du mouvement dépend-elle de l'angle α ?

3) En prenant comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur le plan horizontal contenant le centre de gravité du solide S à l'équilibre, exprime en fonction du temps t les valeurs de :

a. L'énergie potentielle du système (solide-ressort-terre).

b. L'énergie cinétique du système.

c. Montre que l'énergie mécanique totale du système se conserve.

Exercice 4 :

On considère un pendule élastique constitué d'un solide de masse m et d'un ressort de raideur K mobile sur un axe horizontal $x'x$. L'énergie potentielle E_p en fonction de l'élongation x et l'énergie mécanique E_m sont représentées sur le graphique ci-dessous.

1)

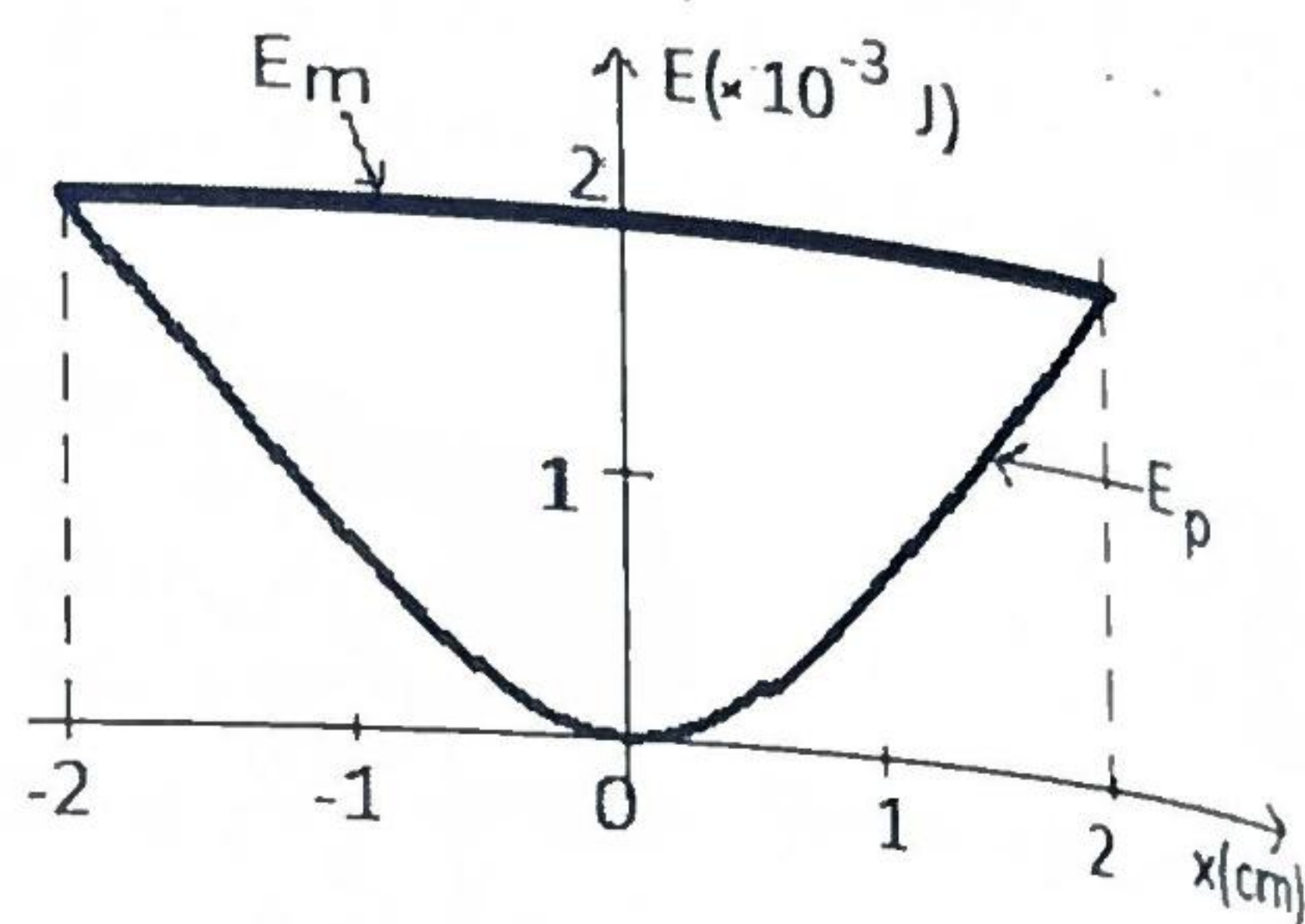
a. A partir du graphique, donne la valeur de l'énergie mécanique pour $x = -1\text{cm}$ et $x = 2\text{cm}$.

b. Que peut-on dire de l'énergie mécanique E_m ?

c. Donne l'expression littérale de E_m en fonction de E_c et E_p .

d. Donne l'expression littérale de E_m en fonction de x et $\dot{x}$.

e. Montre à partir de ce qui précède que l'équation différentielle du système est de la forme : $\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$.



2) Détermine la valeur de l'énergie cinétique pour $x = 0$ et pour $x = -2\text{cm}$.

3) Calcule la constante de raideur K du ressort.

4) Sachant que la période des oscillations est $T_e = 0,628\text{s}$, détermine la vitesse du centre d'inertie du solide lorsque $x = +1\text{cm}$.

Exercice 5 :

La remorque d'un véhicule au repos peut être assimilé au dispositif suivant : un solide de masse $M = 500\text{kg}$ reposant par l'intermédiaire de deux ressorts identiques de raideur k sur une barre B représentant l'axe des roues de la remorque.

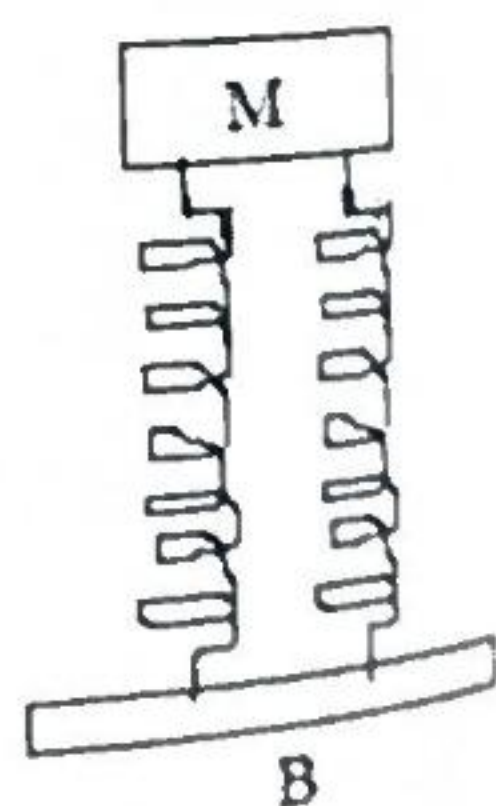
1) En admettant que, sous l'action du solide de masse M , les deux ressorts verticaux sont comprimés de $\Delta l = 15\text{cm}$, quelle est la raideur de chaque ressort ?

2) Lorsque l'on charge la remorque, cela revient à augmenter M de $m = 50\text{kg}$. Chaque ressort est alors comprimé d'une même quantité supplémentaire x_0 .

a. Calcule x_0 .

b. A l'instant $t = 0$, la charge m est enlevée. Etablis l'équation différentielle du mouvement de translation de la masse M en prenant un axe $x'x$ orienté vers le bas. Calcule la période propre T_0 des oscillations. L'origine O sur $x'x$ sera prise à la position d'équilibre correspondant à la question 1).

3) On installe deux amortisseurs fluides qui exercent chacun une force opposée au déplacement et proportionnelle à la vitesse de la



Exercice 6

Un ressort est déplacé en son extrémité sans frottement. Lorsque le ressort est à l'origine de sa longueur $x = 0$ et $v = 0$, on a $v_0 = \dot{x}_0 = 0$.

1) Fais sur

2)

a. En a

différ

b. En u

l'équ

3) La solu

$x = X_m \cos$

a. Calcul

b. Déterm

c. Déterm

4) Déterm

la premièr

5) En dé

l'expressi

6)

a. Dé

sol

b. Ju

Exercice

Dans tou

négligeab

$9,8\text{m.s}^{-2}$.

forme $\vec{f} = -\lambda \cdot \vec{V}$, λ étant une constante positive et $\vec{V}$ le vecteur vitesse du centre d'inertie G. ((frottement visqueux).
Etablis l'équation différentielle du mouvement de translation de M quand la surcharge m est retirée.

Exercice 6 :

Un ressort à spires non jointives de raideur $k = 15\text{N/m}$ peut se déplacer en translation le long d'un axe horizontal. On accroche à son extrémité libre un solide de masse $m = 0,1\text{kg}$ se déplaçant sans frottement sur une table à coussin d'air.

Lorsque le solide est en équilibre, son centre d'inertie coïncide avec l'origine des abscisses. A $t = 0$, le centre d'inertie a pour abscisse $x_0 = 3\text{cm}$ et on lui communique une vitesse dirigée selon l'axe du ressort ($V_0 = \dot{x}_0 = 0,5\text{m.s}^{-1}$).

1) Fais sur un schéma le bilan des forces qui s'exercent sur le solide.

2)

a. En appliquant la deuxième loi de Newton, établis l'équation différentielle du mouvement.

b. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, établis l'équation différentielle du mouvement.

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right).$$

a. Calcule T_0 .

b. Détermine l'expression et la valeur du rapport $\frac{\dot{x}_0}{x_0}$ à l'instant $t = 0$.

c. Détermine x_m et φ et l'expression de x avec les valeurs connues.

4) Détermine l'instant t auquel le centre d'inertie du solide passe pour la première fois par l'origine des abscisses.

5) En dérivant l'expression de x par rapport au temps t , donne l'expression de la vitesse du solide au cours du temps.

6)

a. Détermine sa valeur à l'instant t auquel le centre d'inertie du solide passe pour la première fois par l'origine des abscisses.

b. Justifie le signe de la vitesse à cet instant.

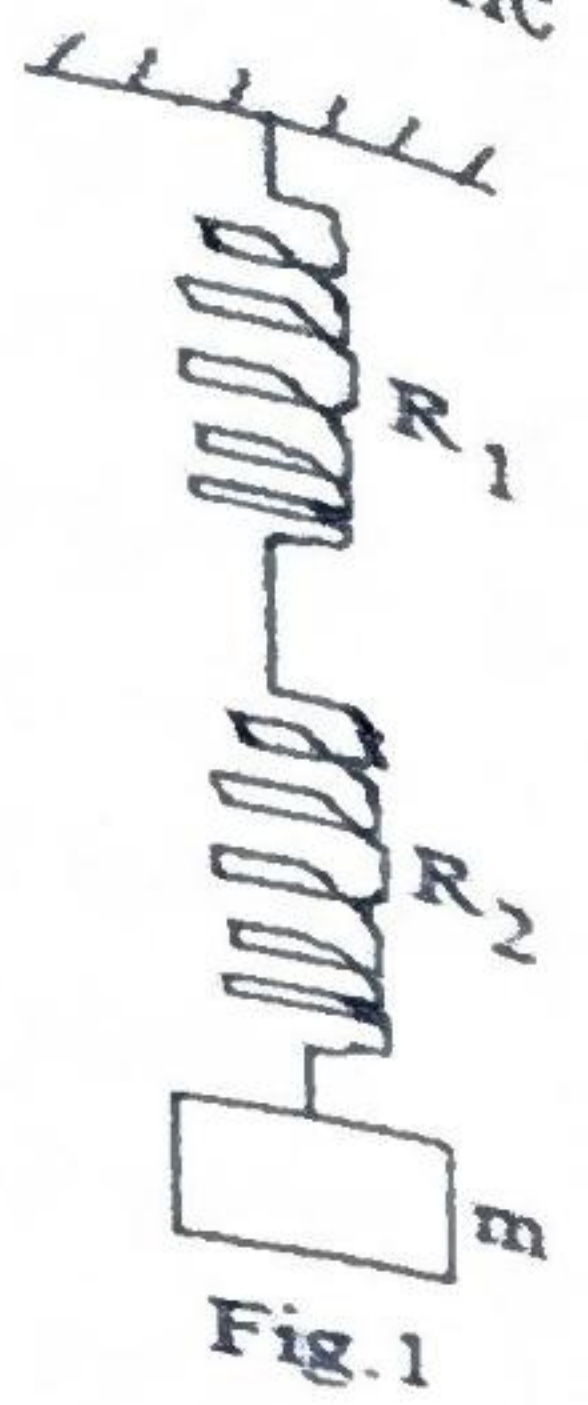
Exercice 7 :

Dans tout le problème les masses des ressorts utilisés sont négligeables. L'intensité de pesanteur est désignée par g et sa valeur $9,8\text{m.s}^{-2}$.

1) On dispose d'un ressort R_1 à spires non jointives de raideur K_1 . Une masse m est fixée, l'extrémité libre du ressort R_1 suspendu à un support fixe. On écarte verticalement la masse m de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initial.

Donne sans calcul l'expression de la période T_0 des oscillations de la masse m . Calcule T_0 pour $m = 0,36\text{Kg}$ et $K_1 = 49\text{N.m}^{-1}$.

2) On accroche à l'extrémité libre de R_1 , un ressort R_2 de raideur K_2 (Figure 1). A l'extrémité libre de R_2 est fixée la masse m précédente. Le système est supposé à l'équilibre. Montre que les deux ressorts ont les mêmes tensions $T_1=T_2$ puis détermine leur allongement respectif a_1 en fonction de m , g et K_1 ; et a_2 en fonction de m , g et K_2 .



3)

a. On écarte ensuite la masse m de sa position d'équilibre et on l'abandonne à l'instant $t=0$. Elle prend un mouvement oscillatoire. A un instant $t>0$ quelconque, l'abscisse de son centre de gravité est $OA = x$, O désignant la position d'équilibre. Les allongements à cet instant t sont $a_1' = a_1 + x_1$ et $a_2' = a_2 + x_2$.

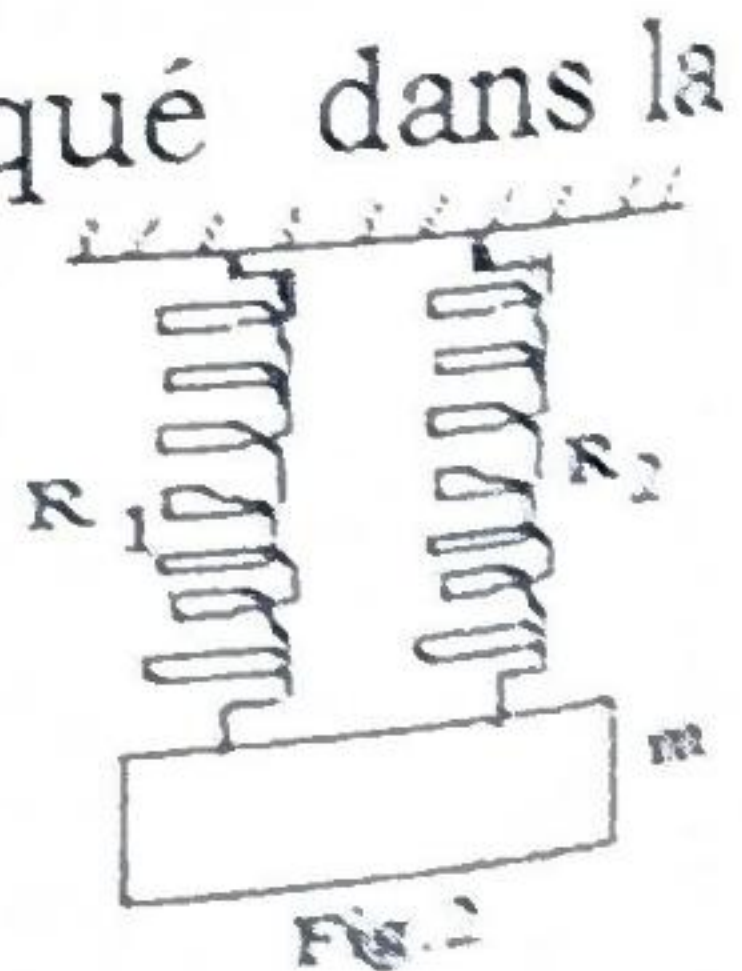
Etablis les relations suivantes : $x_1 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} \cdot x$ et $x_2 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \cdot x$.

b. Etablis la relation entre l'accélération $\frac{d^2x}{dt^2}$ et l'abscisse x de la masse m . En déduis la nature du mouvement et l'expression de la période T_1 .

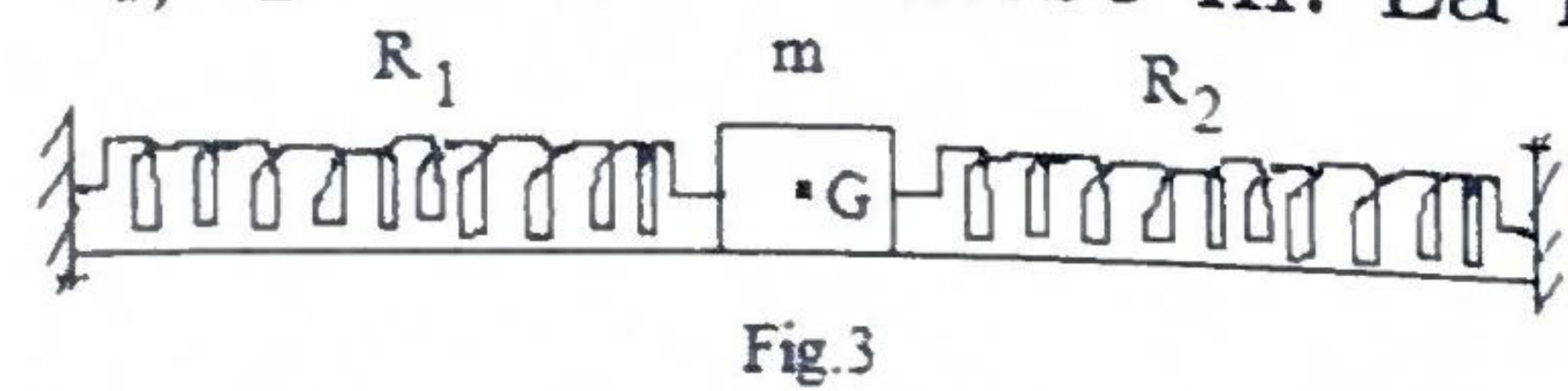
c. Calcule T_1 pour $K_1=K_2= 49\text{N.m}^{-1}$ et $m=0,36\text{Kg}$. Compare T_1 et T_0 .

d. Montre que l'ensemble (R_1, R_2) se comporte comme un ressort unique de raideur K telle que $\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}$.

4) Les ressorts R_1 et R_2 sont disposés comme indiqué dans la figure 2. Ils ont tous deux leurs extrémités libres fixées à la masse m . On écarte toujours la masse m de sa position et on l'abandonne à elle-même. Etablis l'expression de la période T_2 des oscillations.



5) La figure 3 vous propose une autre disposition des ressorts R_1, R_2 et de la masse m . La masse peut se déplacer sur une surface lisse sans frottement.

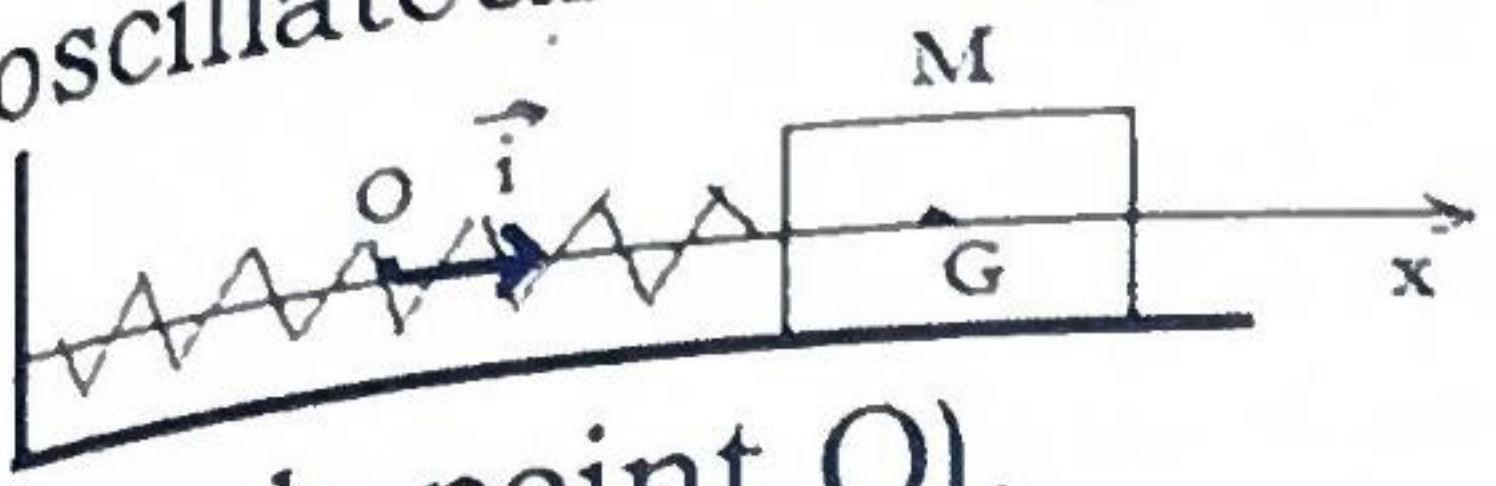


Montre que pour déplacer m horizontalement d'une longueur x , il faut exercer suivant l'axe horizontal des deux ressorts une force d'intensité $F=2kx$. On prendra directement $K_1=K_2=K$.

6) Conclusion : A partir des définitions des associations en série et en parallèle de deux condensateurs, peux-tu formuler des définitions pour deux ressorts en série et en parallèles.

Exercice 8 :

Le ressort de la figure ci-dessous est utilisé pour réaliser un oscillateur élastique horizontal. Tous les frottements sont négligés.



A l'équilibre (ressort ni allongé ni comprimé), l'abscisse x est nulle (le point G est confondu avec le point O).

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

1) Fais un schéma des forces qui s'exercent sur la masse M à l'instant t correspondant.

2) En appliquant le théorème du centre d'inertie, appelé aussi deuxième loi de Newton, montre que l'équation différentielle du mouvement de la masse M peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + W_0^2 x = 0.$$

3) En déduis l'expression de la constante W_0 , puis de la période T_0 en fonction de k et M .

4) On mesure la durée de 10 oscillations et on obtient 12,8s. Calcule T_0 .

5) La masse précédente est surchargée d'une masse m fixée sur M. Ce nouveau système est mis en oscillation comme le précédent. La nouvelle durée de 10 oscillations est alors 13s. La surcharge m est 30g.

a. Exprime la nouvelle période T_1 en fonction de M , m et k .

b. En déduis l'expression de k en fonction de T_0 , T_1 et m .

c. Calcule la valeur de k .

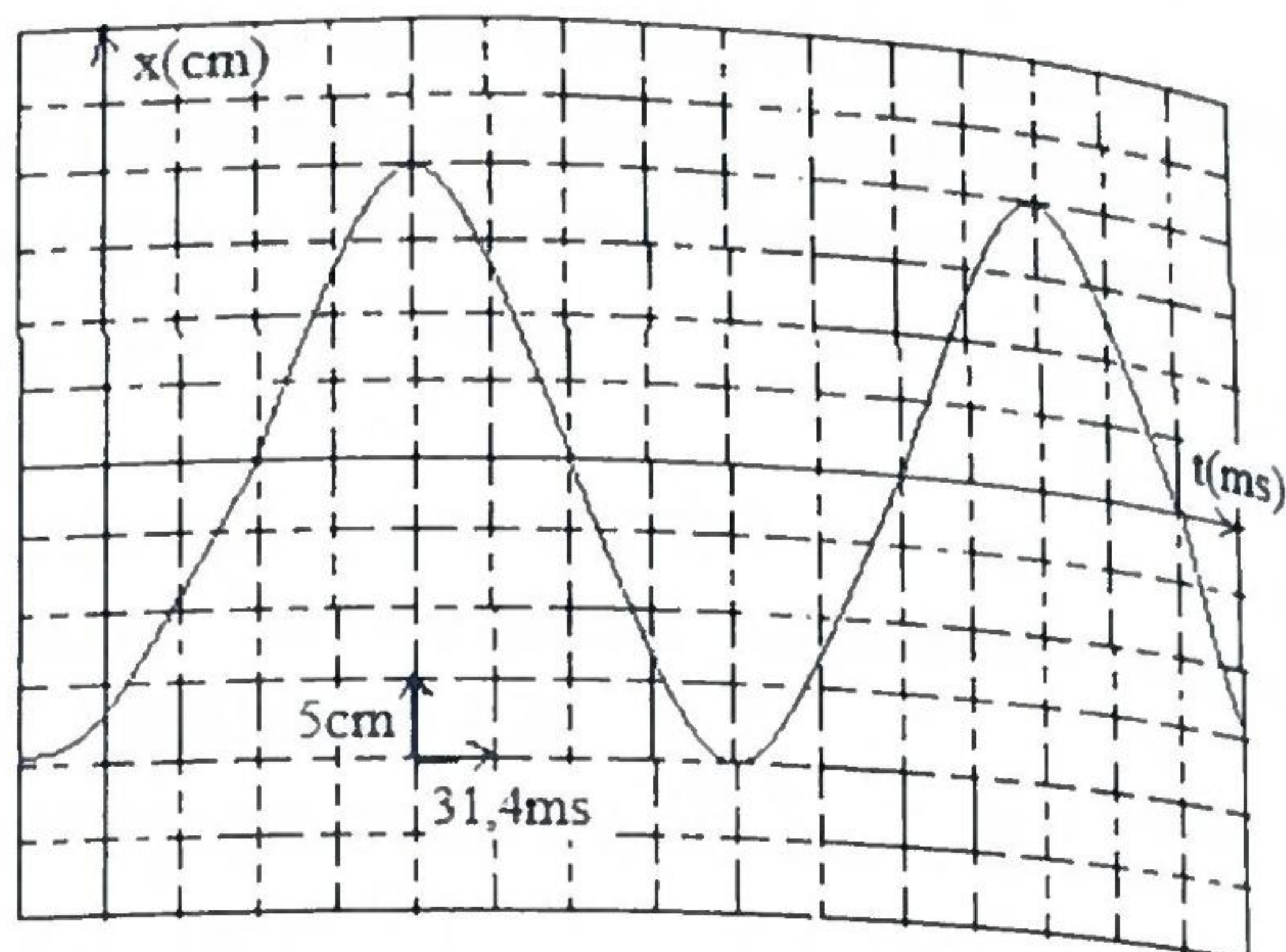
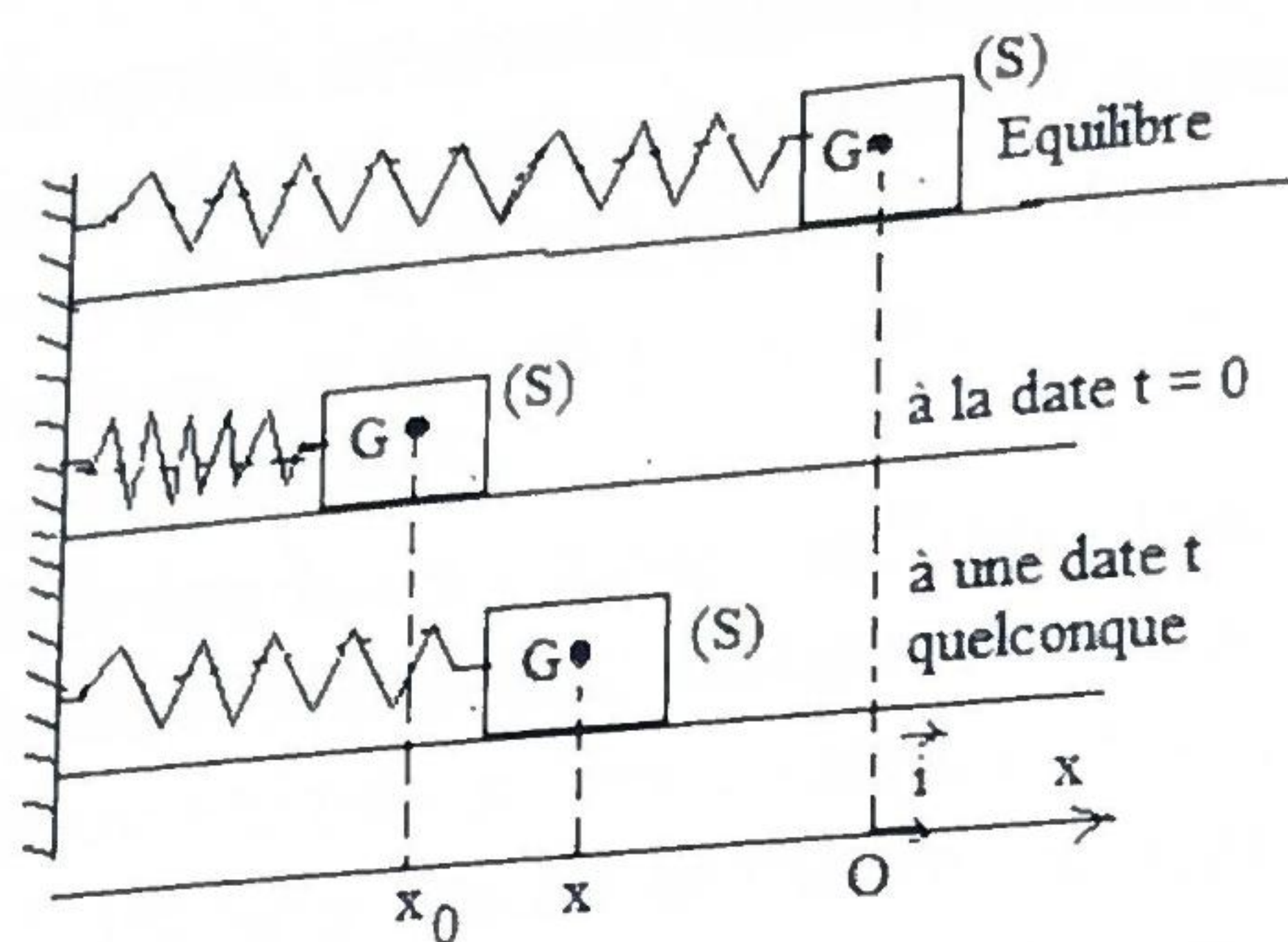
Exercice 9 :

Un solide S de masse $m = 400g$ est accroché à un ressort de raideur k à spires non jointives. Il peut glisser sans frottement sur un plan horizontal. Le centre d'inertie G de S est repéré sur un axe horizontal horizontal. Le centre d'inertie G de S est repéré sur un axe horizontal horizontal. Le centre d'inertie G de S est repéré sur un axe horizontal horizontal.

(Ox) dont l'origine correspond à la position de repos G_0 de S. Le ressort est comprimé d'une longueur x_0 et le solide est lâché sans vitesse initiale à la date $t = 0$. Un dispositif permet d'enregistrer les variations de l'abscisse x du centre d'inertie G de S en fonction du temps t . (Voir graphique ci-dessous).

Echelles : 31,4ms par division

Ordonnées : 5cm par division.



- 1) Détermine à partir du graphique : la position initiale x_0 du mouvement, la période T_0 du mouvement. En déduis la valeur de la constante de raideur k du ressort.
- 2) Etablis l'équation différentielle du mouvement de S.
- 3) Vérifie que l'équation $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle.
- 4) Calcule x_m , ω_0 et φ . En déduis l'expression de l'équation horaire du mouvement.
- 5) Calcule la valeur de l'énergie potentielle élastique du pendule lorsque x est maximale.
- 6) Pour $x = -1,5\text{cm}$, calcule la valeur de la vitesse de S.

Exercice 10 :

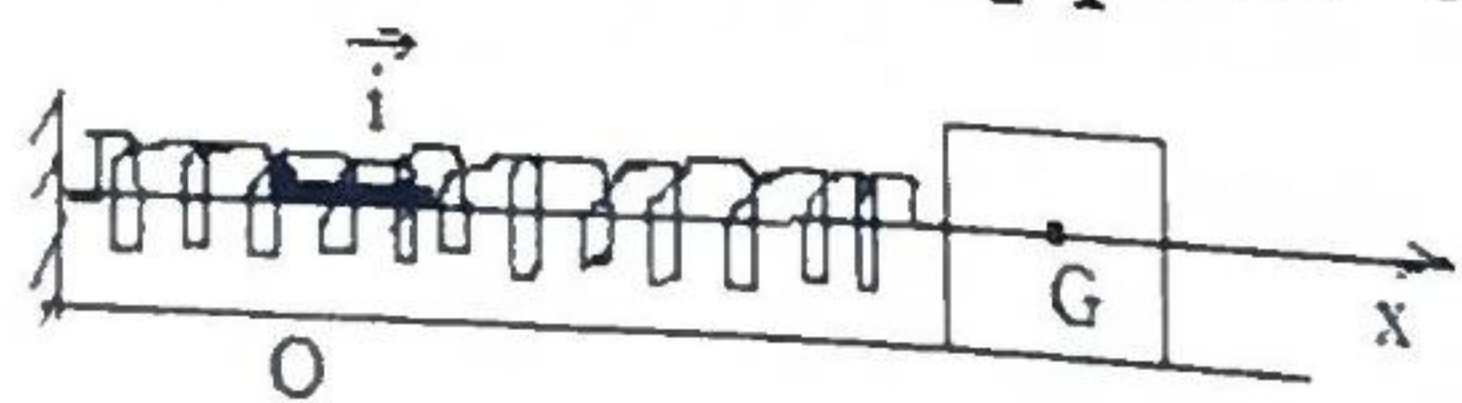
On prendra $g = 10\text{m.s}^{-2}$ et on négligera les frottements. Le ressort est à spires non jointives et de masse négligeable.

1) On accroche une des extrémités du ressort à un support. On accroche une masse de 200g à son autre extrémité, son allongement vaut alors 10cm. Calcule la raideur du ressort.

2) On fixe maintenant le ressort comme indiqué sur le schéma. Il est horizontal. On accroche à son autre extrémité un solide S de masse $m=20\text{g}$. ce solide peut se déplacer sans frottement le long d'un axe horizontal (Ox) de vecteur unitaire $\vec{i}$.

A l'équilibre, le centre d'inertie G du solide coïncide avec l'origine O du repère.

Le solide est supposé en mouvement et dans la position représentée sur le schéma.



a.

Etablis l'équation différentielle qui régit le mouvement de G. en déduis l'expression de la pulsation propre ω_0 et celle de la période propre T_0 . Calcule numériquement ω_0 et T_0 .

b. On comprime le ressort en poussant le solide vers la gauche. Le point G occupe la position $x_0 = -0,15\text{m}$.

- A l'instant $t = 0$, on lâche le solide sans vitesse initiale. Détermine l'amplitude maximale x_m , la phase φ du mouvement ainsi que l'expression de la vitesse $V(t)$ du solide.
- 3) Calcule pour $x = 0,05\text{m}$ les énergies potentielle et cinétique. En déduis la vitesse à cette position.
 - 4) Calcule l'accélération pour $x = 0,05\text{m}$.

EXERCICES SUR LES OSCILLATEURS DE ROTATION

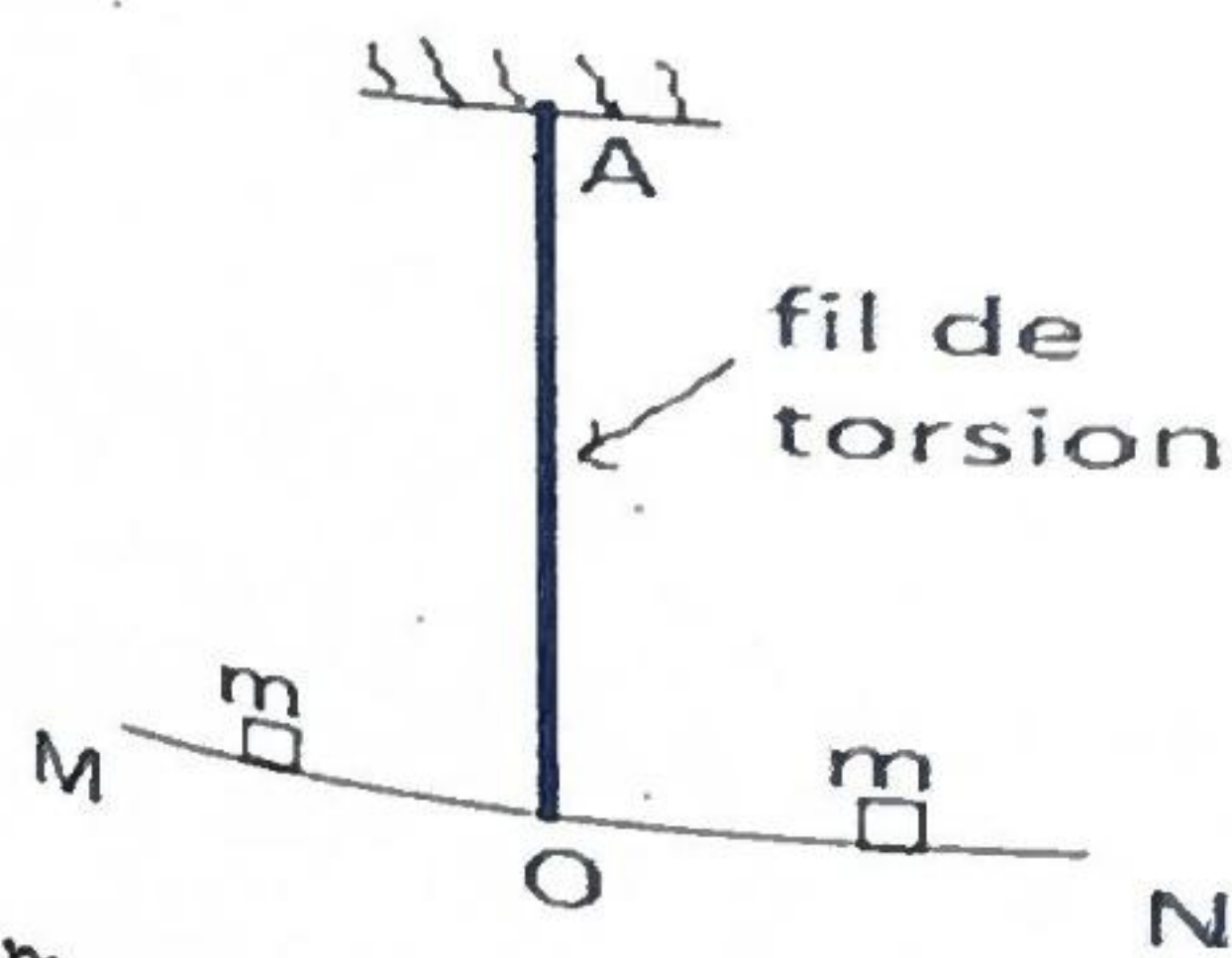
Exercice 1 :

Un pendule de torsion est constitué d'un fil de constante de torsion $C = 0,043\text{N.m.rad}^{-1}$ auquel est suspendue une barre horizontale. La période des oscillations libres est $T_0 = 0,85\text{ s}$.

- 1) Quelle est le moment d'inertie de la barre ?
- 2) La barre est écartée de sa position d'équilibre de $\frac{\pi}{3}\text{ rad}$ et lancée de cette position vers la position d'équilibre avec une vitesse angulaire de 2 rad.s^{-1} à l'origine des dates.
 - a. Quelle est l'énergie totale du pendule.
 - b. En déduis l'amplitude du mouvement.
- 3)
 - a. Etablis l'équation différentielle du mouvement.
 - b. Quelle est l'équation horaire du mouvement de la barre ?
- 4) Calcule de deux façons différentes la vitesse au passage par la position d'équilibre.

Exercice 2 :

Un fil de torsion OA est fixé en O au milieu d'une barre MN comme le montre la figure. La barre MN est écartée de sa position d'équilibre d'un angle de 40° et abandonnée sans vitesse initiale. La fréquence du pendule est 1Hz .



- 1) a) Etablis l'équation différentielle du mouvement.
- b) Détermine l'équation horaire du mouvement.

2) On surcharge la barre MN de deux petites masses ponctuelles identiques de masse $m=75\text{g}$. Elles sont fixées de part et d'autre de O et à égale distance d de O. La fréquence des oscillations devient $N' = 0,5\text{ Hz}$. Calcule le moment d'inertie J_0 de la barre non surchargée et la constante de torsion du fil. On donne : $d=20\text{cm}$; $OM=ON=30\text{cm}$.

Exercice 3 :

Considérons un pendule de torsion de constante de torsion $C=0,25\text{N.m.rad}^{-1}$. La durée de deux oscillations est 2s. On fait tourner la barre dans le sens positif d'un angle $\alpha=0,85\text{ rad}$, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

- 1)
 - a. Etablis l'équation différentielle du mouvement. En déduis l'équation horaire du mouvement en prenant comme origine des dates, l'instant où la barre est abandonnée.
 - b. Calcule son moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation.
- 2) Détermine l'énergie mécanique du système et en déduis sa vitesse angulaire maximale.

EXERCICES SUR LE PENDULE SIMPLE. (TSE)**Exercice 1:**

Un pendule simple est composé d'un fil de longueur $l = 1,2\text{m}$, de masse négligeable, à l'extrémité duquel est fixé un très petit objet de masse $m = 250\text{g}$. On écarte le pendule d'un angle $\alpha_0 = 45^\circ$ à partir de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale.

- 1)
 - a. Donne l'expression de l'énergie potentielle du système {Terre, pendule} en fonction de l , m , α_0 et g au moment du lâcher. Le plan horizontal qui contient l'objet en position d'équilibre constitue la référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
 - b. Calcule la valeur de cette énergie.
- 2) Calcule la valeur de la vitesse lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre.
- 3) Quelles sont les valeurs des énergies potentielle et cinétique lorsque $\alpha = 30^\circ$?
- 4) Pour quelles valeurs de α les énergies potentielle et cinétique sont-elles égales ?
Donnée : $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$.

Exercice 2 :

Dans tout l'exercice le solide S est supposé ponctuel et de masse $m=50\text{g}$. On donne $g=10\text{ N.Kg}^{-1}$. Tous les frottements sont supposés négligeables.

On attache S à un fil inextensible de masse négligeable et de longueur $l_0=OC=1\text{m}$. L'extrémité supérieure O du fil est attachée à un point. (Voir figure 1)

1) On écarte OS de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha_0 = 60^\circ$ et on le lâche sans vitesse initiale.

a. **Enonce les théorèmes suivants :**

- Théorème de l'énergie cinétique.
- Théorème du centre d'inertie.

b. Soit V la vitesse linéaire de S et T la tension du fil quand OS fait un angle $\alpha < \alpha_0$ par rapport à la position d'équilibre. Etablir les expressions de V et T en fonction de g , l_0 , α et α_0 .

c. Calcule T et V pour $\alpha = 30^\circ$.

d. Le solide remonte toujours jusqu'à la hauteur $h = 0,50$ cm au-dessus de la position d'équilibre. Vrai ou faux ? Justifie ta réponse.

2) Le solide S toujours attaché au fil, est mis en mouvement de rotation uniforme comme le montre la figure 2. Le solide fait 77 tours/min et on règle OS à la longueur $l = 0,6$ m.

a. Calcule la vitesse angulaire ω du solide S.

b. Calcule l'angle α et la tension T' du fil.

3) On augmente la vitesse angulaire du mouvement qui est fixée à une valeur ω' . Le mouvement de S s'effectue alors dans un plan horizontal situé à $h' = 2$ m du sol. Le fil se coupe et le solide S vient heurter le sol à une distance $d' = 3,75$ m de la verticale passant par A (figure 3).

a. Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire du solide dans le repère $(A, \vec{i}, \vec{j})$. En déduis la valeur de la vitesse initiale V_1 du solide S.

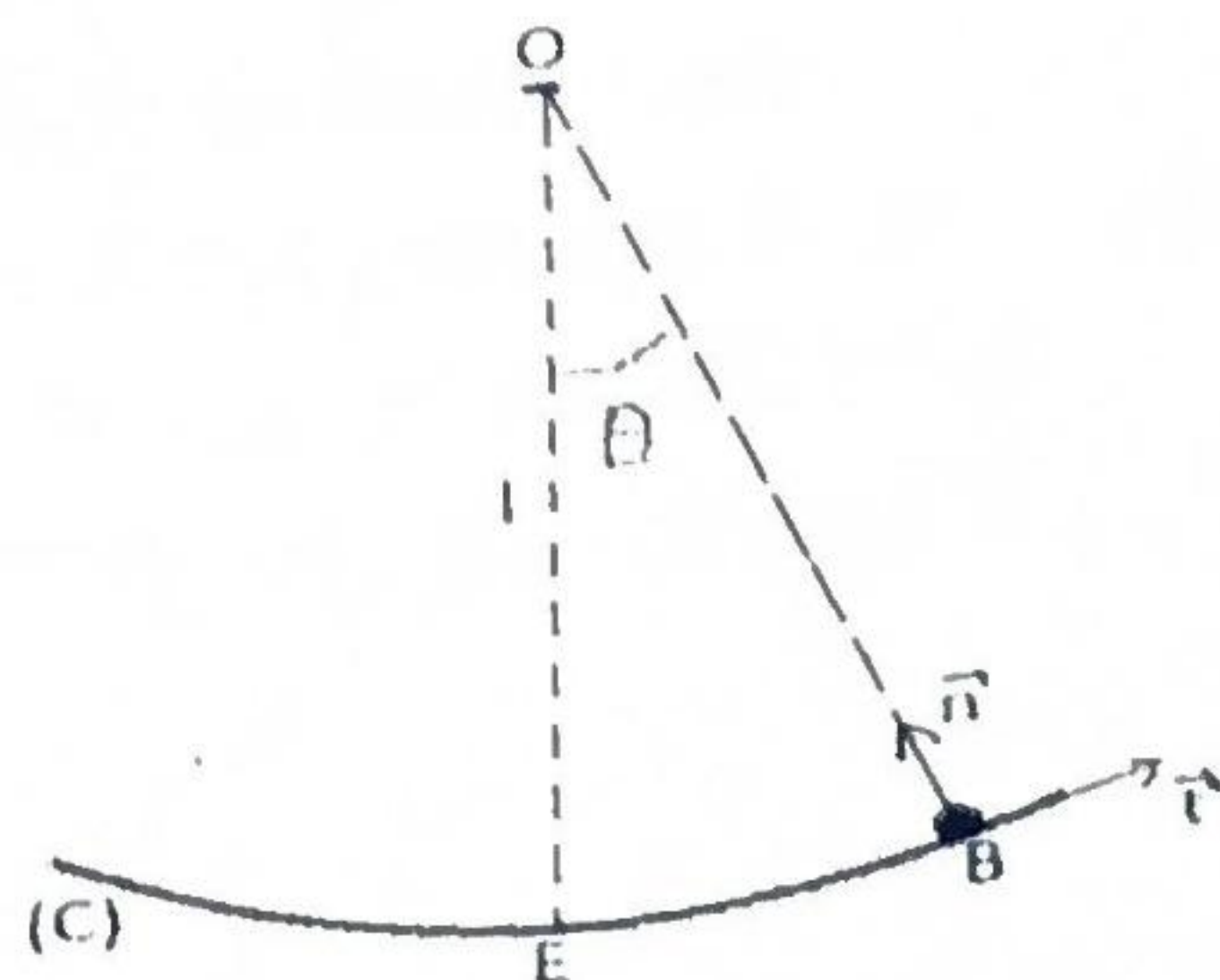
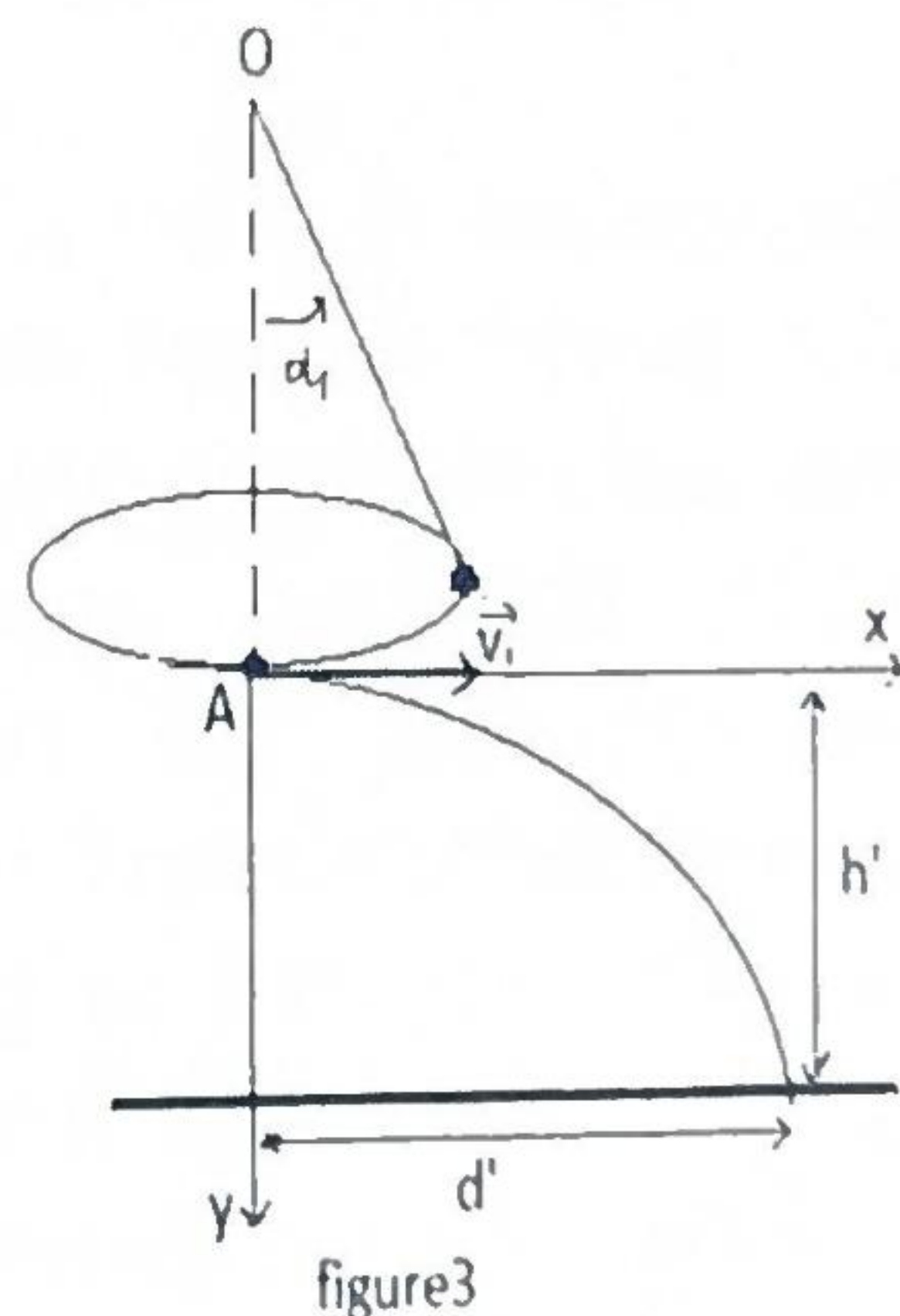
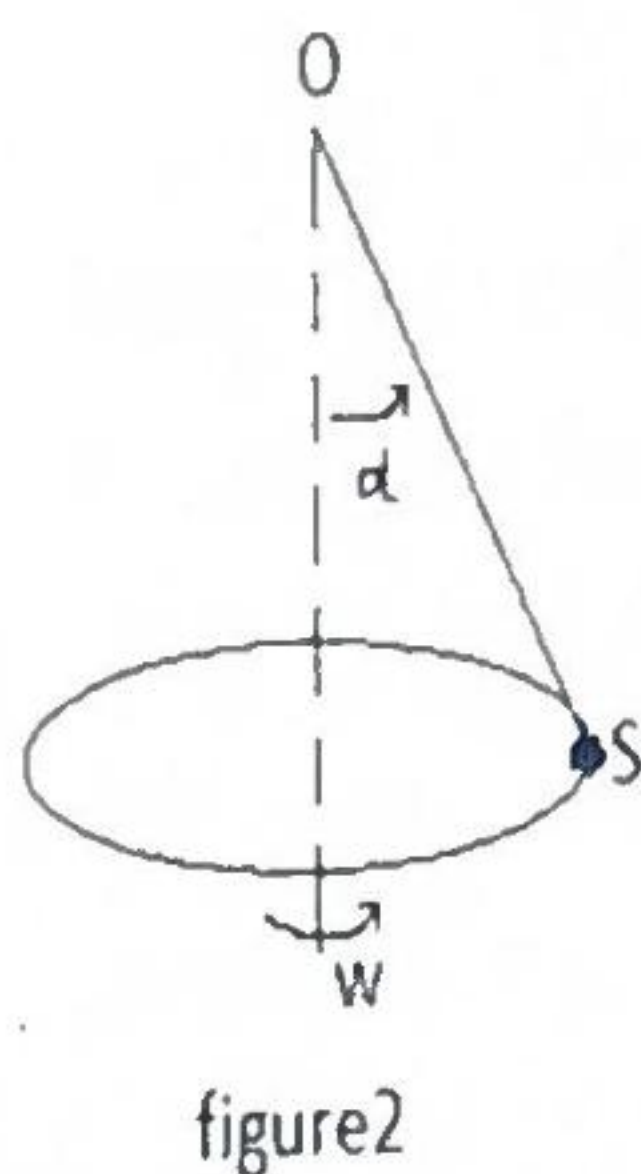
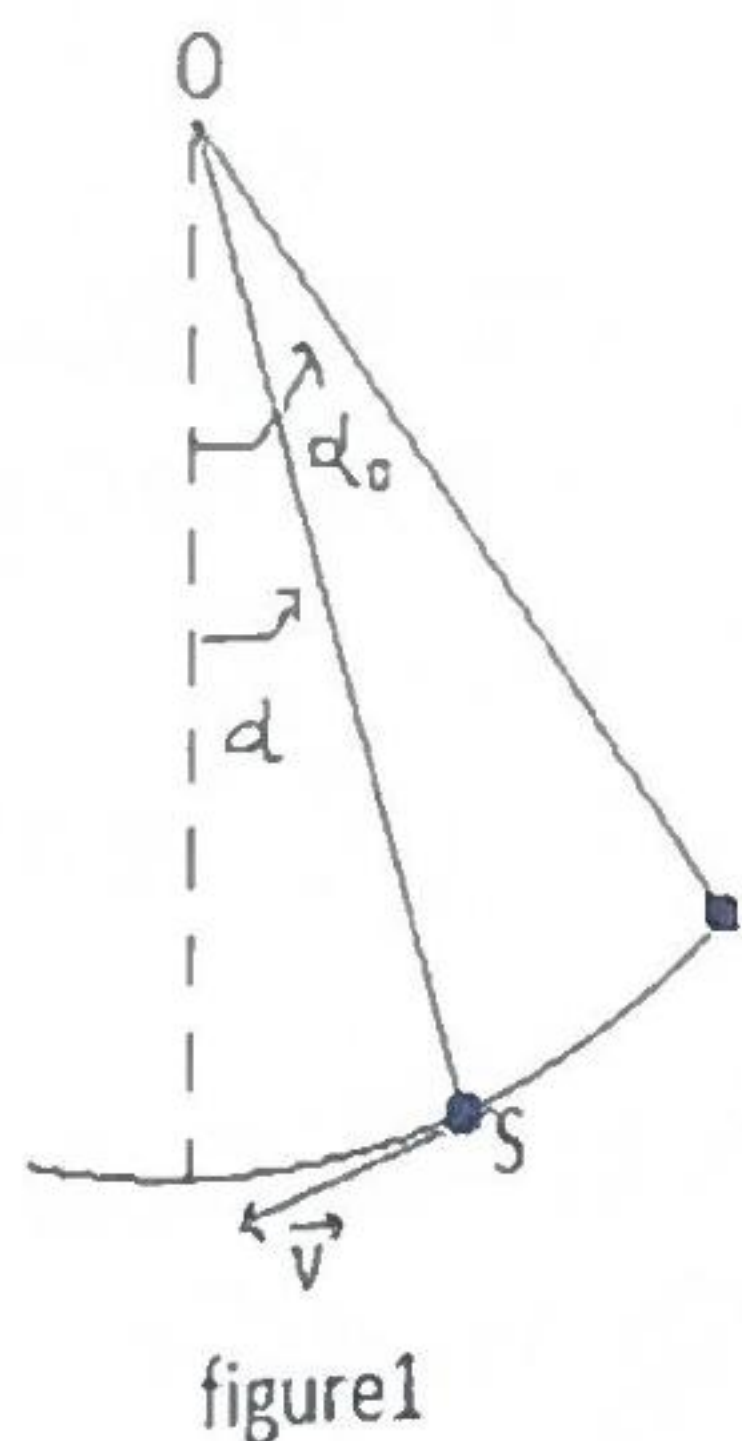
b. Calcule la vitesse V_2 de S au point

d'impact S_1 avec le sol en utilisant le principe de la conservation de l'énergie mécanique du système (terre-solide S).

Exercice 3 :

Une petite bille de masse m , glisse sans frottement à l'intérieur d'un cylindre C d'axe horizontale O et de rayon l (voir figure). Le mouvement a lieu dans le plan de la figure.

On se propose d'étudier les petites oscillations de la bille autour de sa position d'équilibre E. Pour cela, on repère B par l'angle $\theta = (\vec{OE}, \vec{OB})$.



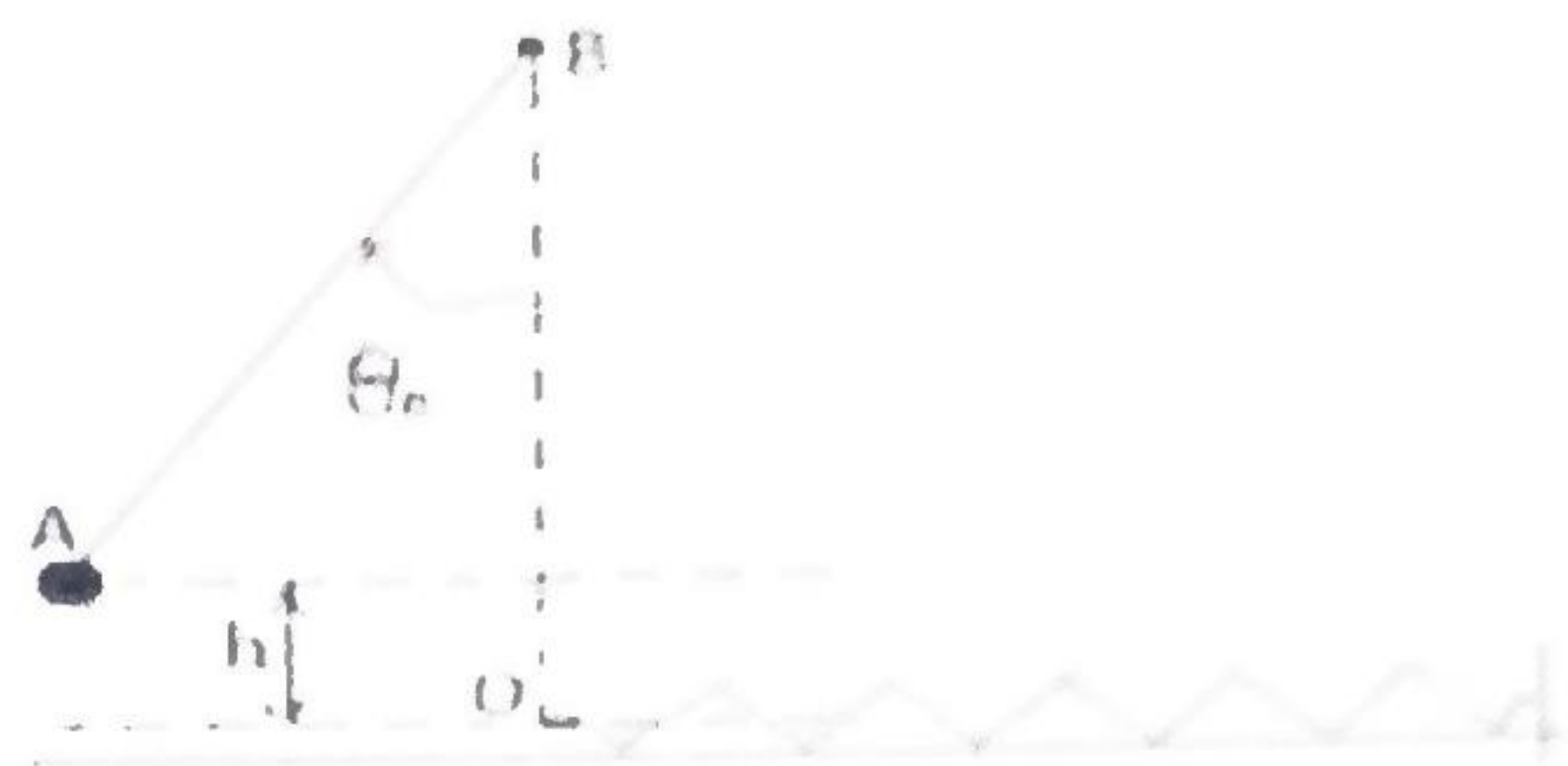
- 1) Exprime en fonction de l , $\frac{d\theta}{dt}$, $\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$ l'accélération tangentielle et l'accélération normale de la bille.
- 2) On désigne par R , l'intensité de la réaction exercée par le cylindre sur la bille. En faisant le bilan des forces appliquées à celle-ci, trouve une relation entre l , θ , $\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$, et l'intensité g de la pesanteur (relation 1) et une relation entre R , l , m , θ , $\frac{d\theta}{dt}$, et g (relation 2).
- 3) A l'instant initiale ($t=0$), B est écartée de sa position d'équilibre d'un angle θ_0 suffisamment petit pour que l'on puisse admettre que $\sin\theta_0 \approx \theta_0$ (rad) et abandonnée sans vitesse.
 - a. Donne une expression simplifiée de la relation (1) et vérifie qu'une solution sinusoïdale de la forme : $\theta = \theta_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est acceptable, compte tenu des conditions initiales du mouvement (On exprimera ω_0 , θ_m , et φ en fonction de g , l et θ_0).
AN : Calcule ω_0 pour $\theta = 15^\circ$, $l = 1\text{m}$ et $g = 9,8\text{N/Kg}$.
 - b. Calcule numériquement la vitesse V de la bille lorsqu'elle passe par la position d'équilibre.
- 4) En confondant $\cos\theta$ avec $1 - \frac{\theta^2}{2}$ (θ en rad), exprime la réaction R en fonction de l'angle θ . Quelle est sa valeur maximale.
 $M = 2 \cdot 10^{-3}\text{Kg}$.

Exercice 4 :

Un pendule est constitué par une tige métallique de longueur l , de masse négligeable, mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la tige en son extrémité supérieur B . Une bille A supposée ponctuelle, de masse m est accroché à l'autre extrémité. Les frottements sont négligeables.

- 1) On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ_0 et on l'abandonne sans vitesse. (Figure).
 - a. Détermine l'expression de la vitesse de la bille en un instant quelconque en fonction de g , l , θ_0 et θ (écartement de la tige à une date quelconque).
 - b. En déduis l'expression de la vitesse maximale de la bille et calcule sa valeur. On donne $g = 10\text{ms}^{-2}$; $l = 1\text{m}$; $\cos\theta_0 = 0,95$.
- 2) On dispose horizontalement un ressort de constante de raideur $K = 10\text{N.m}^{-1}$. L'extrémité O du ressort coïncide avec la position d'équilibre du pendule simple. (figure).

La bille est toujours écartée de θ_0 et abandonnée sans vitesse. Une fois en O, la tige se casse et la bille reste accrochée au ressort.



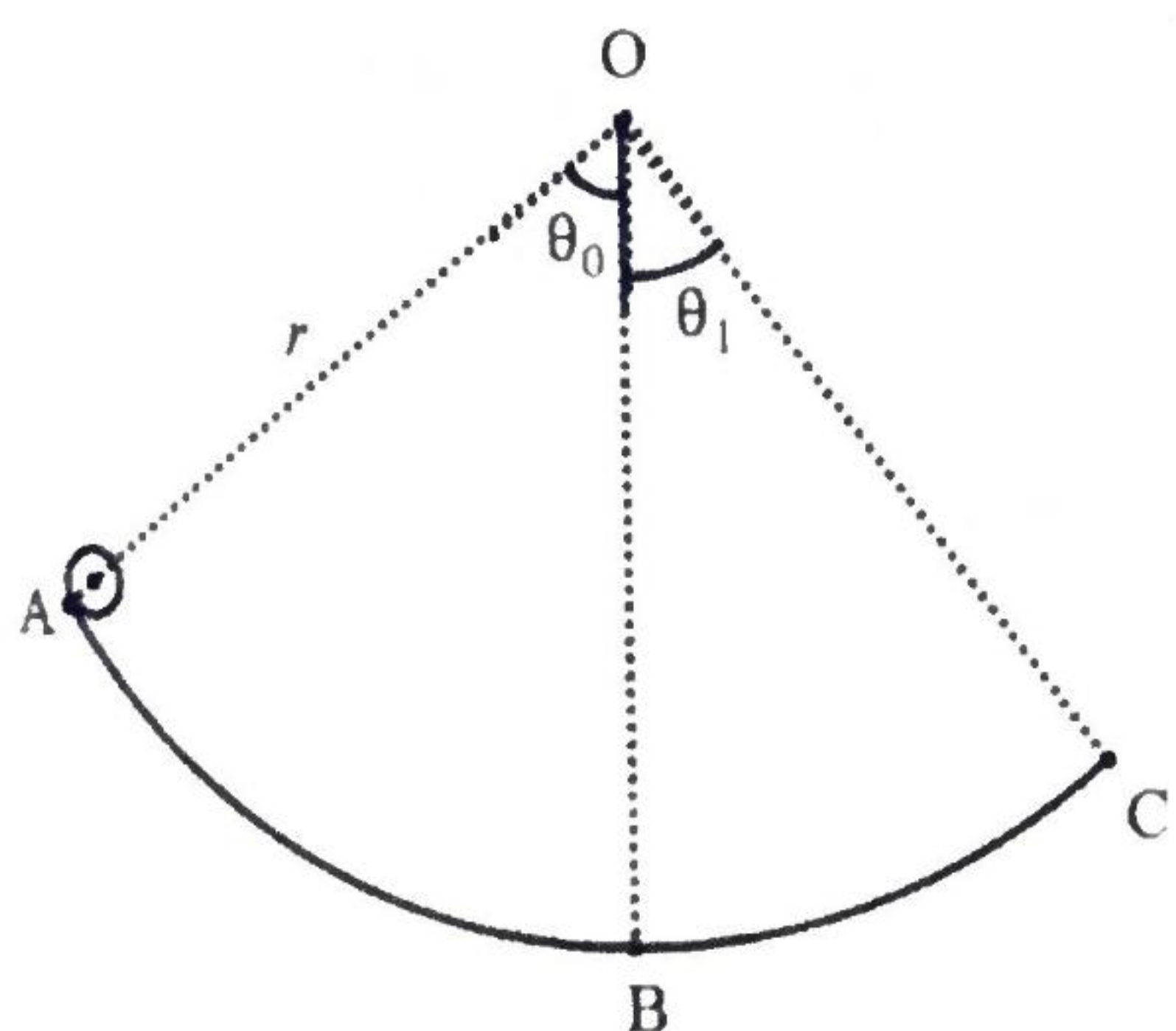
- Quelle est la vitesse de la bille au point O ?
- Etablis l'équation différentielle du pendule élastique ainsi constitué.
- En prenant comme origine des espaces le point O et l'origine des dates, l'instant du choc entre la bille et l'extrémité O du ressort, détermine l'équation horaire des oscillations observées. $m = 0,1 \text{ Kg}$.

3)

- Montre que l'énergie mécanique du système se conserve.
- Représente graphiquement sur un même diagramme les énergies potentielle et mécanique en fonction de l'élongation x .

Exercice 5 :

Une petite bille ponctuelle de masse m , glisse sans frottement à l'intérieur d'un cylindre d'axe horizontale O et de rayon r (voir figure). Le mouvement a lieu dans le plan de la figure et la bille



décrit un arc de cercle ABC avant de quitter le cylindre et tomber en chute libre.

On donne $\theta_0 = 60^\circ$ et $\theta_1 = 30^\circ$, $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, $m = 2 \text{ g}$, $r = 2 \text{ m}$

La bille part de A sans vitesse.

1- Détermine la vitesse avec laquelle la bille doit quitter le cylindre en C.

Représente le vecteur vitesse en C.

2- Calcule l'énergie mécanique de la bille en C. On prendra le niveau de B comme référence des énergies potentielles de pesanteur.

3- En réalité la bille quitte le cylindre en C avec une vitesse $V = 3 \text{ m.s}^{-1}$, à cause de l'existence de forces de frottement sur tout le trajet.

Détermine la valeur de ces forces de frottement supposées constantes.

SUJET

BACCALAUREAT BLANC, SESSION DE 2026		
ÉPREUVE DE : PHYSIQUE		
SÉRIE : TSE	DURÉE : 3 HEURES	COEFFICIENT : 3

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, l'utilisation correcte des formules et la présentation seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

SITUATION 1 : Oscillateur mécanique de rotation (7 pts)

Compétences visées :

- Faire le schéma correct d'une expérience.
- Connaître la démarche scientifique,
- Manipuler de façon adéquate diverses notions mathématiques de base.
- Organiser les étapes de la résolution d'un problème.

Contexte :

Le pendule de torsion a été utilisé dans les balances de torsion par Cavendish pour mesurer la constante gravitationnelle universelle à partir du couple de rappel.

Un élève de Terminale Sciences Exactes l'utilise pour mesurer la rigidité d'un fil et vérifier les propriétés de l'oscillateur harmonique rotationnel.

Support :

On considère un cerceau de rayon $R = 0,5 \text{ m}$ dont la masse supposée répartie de façon homogène sur la périphérie est de 2 Kg .

Ce cerceau muni de 4 rayons de masse négligeable est suspendu par son centre par un fil vertical de constante de torsion C . Le plan du cerceau est alors horizontal.

Le fil restant vertical, on écarte le cerceau d'un angle $\theta_m = 1 \text{ rad}$ et on l'abandonne à lui-même.



Données :

- La vitesse d'un point M du cerceau au passage par la position d'équilibre est $V = 10 \text{ m.s}^{-1}$.
- Le moment d'inertie d'un cerceau par rapport à un axe perpendiculaire à son plan et passant par son centre d'inertie est : $J = MR^2$.

Consigne 1 : Étude théorique d'un pendule

1-1) Définis : un oscillateur linéaire, un oscillateur harmonique. (1,5 pts)

1-2) Donne l'expression du moment du couple torsion. (0,75 pt)

1-3) Établis l'équation différentielle d'un pendule de torsion. (1,25 pts)

Consigne 2 : Caractéristiques du pendule

2-1) Démontre que la pulsation est inversement proportionnelle au rayon R du cerceau. (1 pt)

2-2) Calcule la valeur de la constante de torsion C . (1 pt)

2-3) Établis l'équation horaire en prenant comme origine des temps l'instant où le cerceau est lâché et comme origine des angles la position d'équilibre du cerceau. (1,5 pts)

SITUATION 2 : Etude calorimétrique (7 pts)

Compétences visées :

- Définir des grandeurs physiques
- Maîtriser des lois de la calorimétrie
- Comprendre des transferts thermiques
- Organiser les étapes de la résolution d'un problème

Contexte :

Au cours d'une séance de Travaux Pratiques, pour vérifier les lois de la calorimétrie, un groupe d'apprenant utilise comme calorimètre une glacière en aluminium contenant de 200 g d'eau à $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$.

Ils introduisent dans la glacière un bloc de glace de masse 30 g à $\theta_2 = -10^\circ\text{C}$.

Ils constatent que toute la glace a fondu.

Données :

Chaleur massique de l'aluminium $C_{Al} = 892 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,

La masse du vase calorimétrique $m_1 = 80 \text{ g}$.

Chaleur massique de l'eau $C_e = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,

Chaleur massique de la glace $C_g = 2092 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,

Chaleur latente de fusion de la glace $L_f = 335 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Consigne 1 : Etude théorique

1-1) Définis : la chaleur latente de changement d'état, la chaleur massique d'un corps. (1,5 pts)

1-2) Énonce le premier principe de la thermodynamique. (1 pt)

1-3) À partir d'un exemple, explique comment l'énergie mécanique se transforme en chaleur. (1 pt)

Consigne 2 : Compréhension des transferts thermiques

2-2) Calcule la capacité calorifique μ de l'ensemble (vase, eau). (1 pt)

2-2) Détermine la température d'équilibre θ_e de l'ensemble. (1,5 pts)

3-3) Calcule la masse minimale de glace à température θ_2 que l'on devrait introduire dans le calorimètre pour que la température finale soit 0°C . (1 pt)

SITUATION 3 : Surtension dans un circuit inductif (6 pts)

Compétences visées :

- Formuler des hypothèses pour expliquer un phénomène d'induction.
- Organiser les étapes de la résolution d'un problème.
- Interpréter le résultat d'une expérience.

Contexte :

Dans un laboratoire de physique, un technicien teste un circuit électrique utilisé pour commander un actionneur électromagnétique.

Il utilise une bobine de section circulaire destinée à produire un champ magnétique contrôlé. La bobine est constituée par un fil en cuivre de longueur ℓ , bobiné régulièrement. On suppose que les spires sont pratiquement situées dans un plan perpendiculaire à l'axe du solénoïde.

Support :

La bobine est montée en série avec un conducteur ohmique aux bornes d'un générateur de tension continue.

À la fermeture du circuit par l'intermédiaire d'un interrupteur K , le technicien observe que le courant ne s'établit pas instantanément. Son intensité passe de 0 à sa valeur maximale $I_m = 2 \text{ A}$.

A l'ouverture, une perturbation électrique est suspectée dans le circuit.

Données :

Longueur de la bobine est $\ell_b = 1000 \text{ mm}$,

Inductance de la bobine $L = 85 \text{ mH}$.

Valeur de la f.e.m d'auto-induction correspondante à la variation du courant $e = -3,4 \text{ V}$.

Consigne 1 : Etude théorique

1-1) Définis la force électromotrice d'induction et donne son expression. (1 pt)

1-2) Etablis l'expression de l'inductance à l'intérieur d'un solénoïde de longueur ℓ , de rayon r comportant N spires régulièrement enroulées. (1,5 pts)

1-3) Calcule la longueur ℓ_f du fil de cuivre enroulé. (1,5 pts)

Consigne 2 : Analyse du phénomène observé

2-1) Détermine l'intervalle de temps correspondant à la variation du courant. (1 pt)

2-2) Interpréter la valeur $e = -3,4 \text{ V}$.

2-3) Qu'observe-t-on à l'ouverture de l'interrupteur K ? (1 pt)

Critère de perfectionnement : La présentation de la copie (propriété, lisibilité), la qualité de la langue. (2 pts)