الصفحة
1
7
*I
β

المملكة المغربية
ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵙⵍⵎⴷ ⴰⵎⵣⵡⴰⵔⵓ ⴷ ⵜⵓⵏⵏⵓⵏⵜ
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الإمتحان الوطني الموحد للبكالوريا

المسالك الدولية

الامتحان التجريبي رقم 1 دورة 2024

– الموضوع –

HHHHHHHHHHHHHHHHHHHHHH-HHH

NS 28F

3h	مدة الانجاز	الفيزياء و الكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية : مسلك العلوم الفيزيائية ـ خيار فرنسية	الشعبة

L'usage de la calculatrice scientifiques non programmable est autorisé.

On donnera les expression littérales avant de passer aux applications numériques.

Le sujet comporte quatre exercices :

Exercice 1 (7 points) :

- **Étude cinétique de la réaction de l'acide formique avec le dibrome**
- **Étude d'une solution aqueuse de l'acide formique**

Exercice 2 (3 points) :

- **Propagation des ondes à la surface de l'eau**

Exercice 3 (4,75 points) :

- **La charge d'un condensateur par une source de tension continue;**
- **La charge d'un condensateur par une source idéale de courant ;**
- **La décharge d'un condensateur dans une bobine.**

Exercice 4 (5,25 points) :

- **Partie 1: Étude du mouvement de chute verticale d'une bille dans un liquide visqueux**
- **Partie 2: Étude du mouvement d'un système (cylindre-solide)**

Exercice 1: (7 points)

Les deux parties sont indépendantes:

L'acide formique (méthanoïque) est un liquide corrosif incolore secrété par les fourmis et d'autres insectes. Il est généralement employé dans les industries de papier et de textiles, dans la fabrication des insecticides ....

Le but de cet exercice est:

- Étude cinétique de la réaction de l'acide formique avec le dibrome
- Étude d'une solution aqueuse de l'acide formique

Donnée :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C
- Le produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$
- Le volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24\ L.mol^{-1}$.

1. Étude cinétique de la réaction de l'acide formique avec le dibrome

En solution aqueuse, l'acide formique réagit lentement avec le dibrome selon l'équation suivante :

$$HCOOH_{(aq)} + Br_{2(aq)} \longrightarrow 2Br^-{}_{(aq)} + 2H^+{}_{(aq)} + CO_{2(\ g)}$$

La solution aqueuse de dibrome a une couleur rouge brun, alors que la solution d'acide bromhydrique $\left(H^+ + Br^-\right)$ est incolore.
A t = 0, un volume de $V_1 = 50$ mL d'une solution de dibrome de concentration molaire $C_1 = 0,024$ mol. L^{-1} est mélangé avec $V_2 = 50$ mL d'une solution d'acide formique de concentration molaire $C_2 = 0,03$ mol. L^{-1}.

1.1. Construire le tableau d'avancement, sachant que la réaction entre l'acide formique et le dibrome est totale. **(0,5 pt)**

1.2. Calculer l'avancement maximale de la réaction. **(0,5 pt)**

1.3. Une étude expérimentale à permis de tracer la courbe de l'évolution du volume de dioxyde de carbone formé au cours du temps, figure 1.

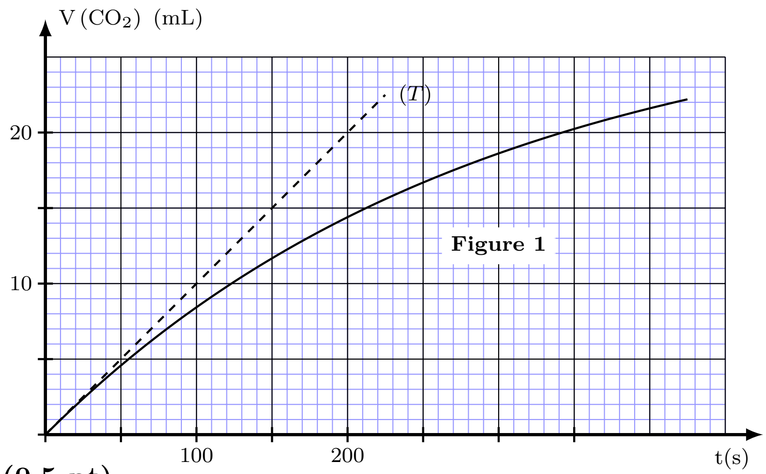

Figure 1

1.3.1. Montrer la relation suivante :
$x(t) \approx 4,17 \cdot 10^{-5} \cdot V\,(CO_2)_t$;
où $x(t)$ est l'avancement de la réaction à un instant t en mol et $V\,(CO_2)_t$ est le volume de CO_2 formé au même instant t exprimé en mL. **(0,5 pt)**

1.3.2. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,5 pt)**

1.3.3. Calculer en $mol.L^{-1}.s^{-1}$ la vitesse volumique de la réaction à t=0. et expliquer l'évolution de la vitesse volumique au cours de temps. **(0,75 pt)**

2. Étude d'une solution aqueuse de l'acide formique

On considère une solution (S_a) d'acide méthanoïque de volume V et de concentration molaire $C_a = 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$. La mesure du pH de cette solution donne : pH = 2,9.
On modélise la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau par l'équation suivante :

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

2.1. On définit les proportions des espèces basique $HCOO^-$ et acide HCOOH dans une solution respectivement par : $\alpha(HCOO^-) = \dfrac{[HCOO^-]}{[HCOO^-] + [HCOOH]}$ et $\alpha(HCOOH) = \dfrac{[HCOOH]}{[HCOO^-] + [HCOOH]}$.
Montrer, en se basant sur le tableau d'avancement, que $\tau = \alpha(HCOO^-)$ **(0,75 pt)**

2.2. La courbe de la figure 2 représente l'évolution en fonction du pH de la proportion de l'une des formes basique ou acide (exprimée en pourcentage) du couple $HCOOH/HCOO^-$.

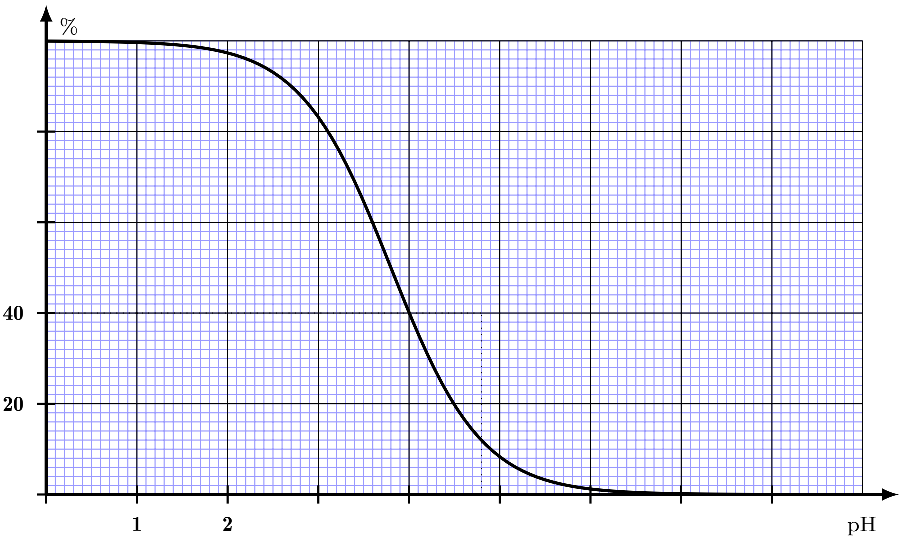

Figure 2

2.2.1. A quelle forme du couple $HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)}$ est associée cette courbe? Justifier la réponse **(0,5 pt)**

2.2.2. En utilisant le graphe de la figure 2, identifier, en justifiant, l'espèce prédominante du couple $HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)}$ dans la solution (S_a). et déduire la valeur de τ, **(0,75 pt)**

2.2.3. Montrer que lorsque $\alpha(HCOO^-) = 50\%$, $pH = pK_A$ et déduire la valeur de pK_A du couple $HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)}$. **(0,75 pt)**

2.3. On mélange un volume V_a d'une solution d'acide formique de concentration molaire C_a avec un volume V_b d'une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_b = C_a$. Le pH de la solution obtenue est pH=5,4.

2.3.1. Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction qui se produit, Déduire? **(0,75 pt)**

2.3.2. En se basant sur le graphe de la figure 2, calculer la valeur du rapport $\frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]}$. Déduire parmi les espèces du couple $HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)}$, l'espèce prédominante dans le mélange? **(0,75 pt)**

Exercice 2: Propagation des ondes à la surface de l'eau (3 points)

Les perturbations progressives crées à la surface de l'eau sont des ondes mécaniques. Selon les conditions expérimentales, leur propagation engendre des phénomènes différents. L'étude de ces phénomènes peut fournir des informations sur cette propagation et déterminer certaines de ses caractéristiques.

Cet exercice vise l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau dans deux situations différentes.

À l'aide d'un vibreur de fréquence réglable, on crée à l'instant $t_0 = 0$, en un point S de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives sinusoïdales. Ces ondes se propagent sans atténuation et sans réflexion. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50$ Hz.

Le document de la figure (1), représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.

Donnée: $d = 15$ mm.

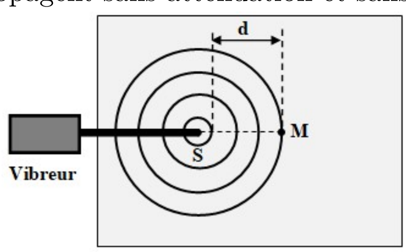

Figure 1

1. Définir une onde mécanique progressive. (**0,25 pt**)
2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

2.1. La valeur de la longueur d'onde λ de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est: (**0,5 pt**)

A	$\lambda = 15$ mm	**B**	$\lambda = 7,5$ mm	**C**	$\lambda = 5$ mm	**D**	$\lambda = 1,5$ mm

2.2. La valeur de la vitesse v de propagation de l'onde à la surface de l'eau est : (**0, 5 pt**)

A	$v = 0,75 m \cdot s^{-1}$	**B**	$v = 0,35 m \cdot s^{-1}$	**C**	$v = 0,25 ms^{-1}$	**D**	$v = 0,15 m \cdot s^{-1}$

2.3. On considère un point M de la surface de l'eau, tel que $SM = 17,5$ mm. L'élongation $y_M(t)$ du point M en fonction de l'élongation $y_s(t)$ de la source s'écrit : (**0, 5 pt**)

A	$y_M(t) = \mathbf{y}_s(t - 0,07)$	**B**	$y_M(t) = \mathrm{y}_s(t - 0,35)$	**C**	$y_M(t) = \mathrm{y}_s(t + 0,07)$	**D**	$y_M(t) = \mathrm{y}_s(t + 0,35)$

3. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N' = 100$ Hz la longueur d'onde devient $\lambda' = 3$ mm. L'eau est-elle un milieu dispersif? Justifier. (**0, 5 pt**)

4. On règle à nouveau la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50$ Hz et on place dans l'eau de la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur $a = 4,5$ mm (figure 2).

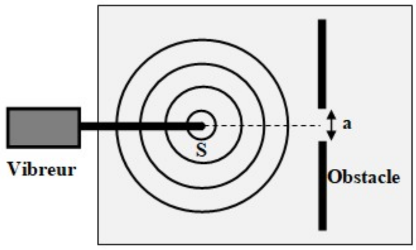

Figure 2

4.1. Nommer le phénomène qui se produit. (**0, 25 pt**)

4.2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie. (**0, 5 pt**)

Les valeurs de la longueur d'onde et de la vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau lorsque l'onde dépasse l'ouverture sont :

A	$\lambda = 3$ mm $v = 0,15\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$	**B**	$\lambda = 15$ mm $v = 0,10\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$	**C**	$\lambda = 5$ mm $v = 0,20\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$	**D**	$\lambda = 5$ mm $v = 0,25\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$

Exercice 3 : (4,75 points)

Dans le cadre de la réalisation d'un projet scientifique, une enseignante encadrant dans un club scientifique, propose à ses élèves de s'assurer de la capacité $\mathrm{C_0}$ d'un condensateur, du coefficient d'inductance L d'une bobine, de la résistance interne r du générateur et le taux d'influence de la résistance sur l'énergie électrique totale d'un circuit série RLC libre.

Dans cet exercice on étudie :

- La charge d'un condensateur par une source de tension continue;
- La charge d'un condensateur par une source idéale de courant ;
- La décharge d'un condensateur dans une bobine.

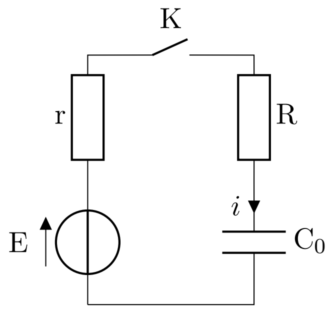

Figure 1

1. Charge d'un condensateur par une source de tension continue:
Un groupe des élèves réalise le circuit schématisé dans la figure 1 comportant :

- Un condensateur de capacité $\mathrm{C_0}$, initialement déchargé,
- Un générateur de tension de force électromotrice $\mathrm{E} = 12$ V et de résistance interne r,
- Un résistor de résistance $\mathrm{R} = 590\ \Omega$,
- Un interrupteur K.

A un instant $\mathrm{t} = 0$ on ferme l'interrupteur K.

1.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par de la charge q(t) du condensateur. (**0, 5 pt**)

1.2. Déterminer les expressions de $\mathrm{Q_m}$ et τ en fonction de E, r, R et $\mathrm{C_0}$, pour que la solution de l'équation différentielle soit: $\mathrm{q(t) = Q_m(1 - e^{-t/\tau})}$. (**0, 5 pt**)

1.3. La courbe de la figure 2, représente les variation de la charge q(t) du condensateur ainsi visualisée.

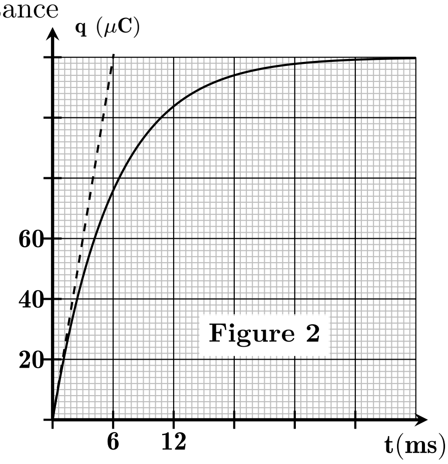

Figure 2

1.3.1. Déterminer graphiquement $\mathrm{Q_m}$ et τ. (**0, 5 pt**)

1.3.2. Montrer que la valeur de la capacité du condensateur est: $C_0 = 10\mu F$ et déduire la valeur de r la résistance interne du générateur. (**0,5 pt**)

2. Charge d'un condensateur par un générateur idéal de courant :

Pour vérifier la valeur de C_0 du condensateur un deuxième groupe réalise le montage de la figure 3 comportant :

- Le condensateur de capacité C_0, initialement déchargé,
- Un générateur idéal de courant délivrant un courant d'intensité I_0,
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 590\Omega$,
- Un interrupteur K.

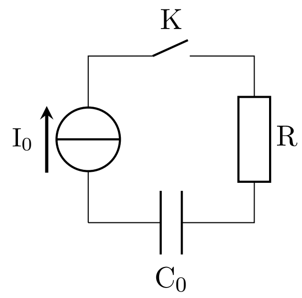

Figure 3

À la date t=0, on ferme l'interrupteur K et on enregistre, à l'aide d'un système informatique adéquat, l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur (figure 4).

La mesure de la tension aux bornes du conducteur ohmique donne : $u_R = 0,1$ V.

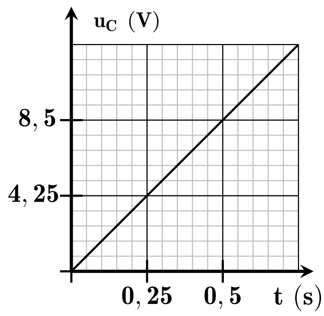

Figure 4

2.1. Calculer I_0 l'intensité débité par la source de courant. (**0,25 pt**)

2.2. Retrouver la valeur de la capacité C_0 du condensateur. (**0,5 pt**)

3. Pour obtenir des oscillations électriques libres, dans un circuit RLC, le deuxième groupe monte en série

- Le condensateur de capacité C_0 initialement chargé.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r négligeable
- Un conducteur ohmique de résistance $R' = 90\Omega$.

Le suivi de l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps, à l'aide d'un matériel informatique convenable, permet d'obtenir la courbe de la figure suivante.

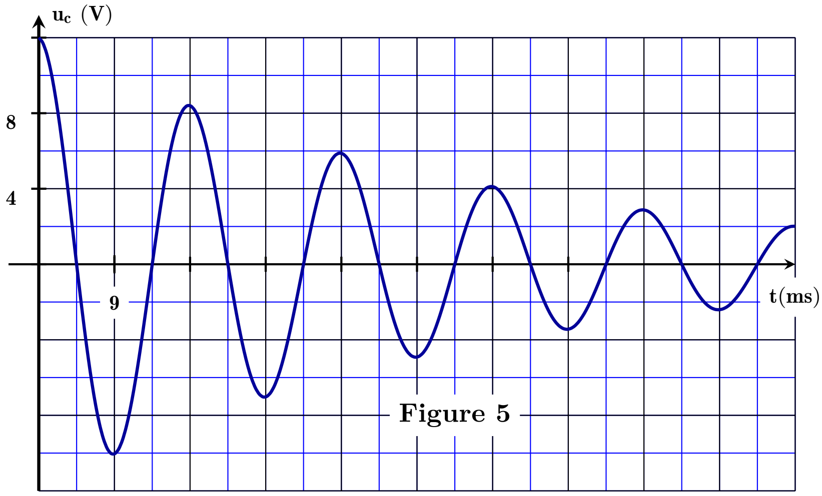

Figure 5

3.1. Représenter le schéma du dispositif expérimental, et montrer dessus, le branchement du système d'acquisition permettant de suivre $u_C(t)$. (**0,5 pt**)

3.2. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$. (**0,25 pt**)

3.3. Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine, sachant que la valeur de la pseudo période est égale à celle de la période propre de l'oscillateur. (**0,5 pt**)

3.4. Déterminer ΔE_T la variation de l'énergie électrique totale du circuit RLC entre les instants $t = 0$ et t $= 2T$.(**0,5 pt**)

3.5. Justifier, du point de vue énergétique, l'influence de la résistance sur l'énergie électrique totale du circuit RLC série. (**0,25 pt**)

Exercice 4: (5,25 points)

Partie 1: Étude du mouvement de chute verticale d'une bille dans un liquide visqueux

On se propose d'étudier le mouvement de la chute verticale, avec frottement fluide, dans un liquide visqueux d'une bille homogène de masse m.
A l'aide d'une caméra numérique et d'un logiciel adéquat, on suit l'évolution de la vitesse du centre d'inertie G de la bille lors de sa chute verticale dans un liquide visqueux.
On étudie le mouvement de G dans un référentiel terrestre supposé galiléen.
On repère la position de G, à chaque instant t, par son ordonnée y sur l'axe vertical $(O, \vec{j})$ orienté vers le bas (figure 1).
Les forces de frottement fluide exercées sur la bille sont modélisées par la force :
$\vec{f} = -k.v.\vec{j}$; avec v la vitesse instantanée de G et k une constante positive.
On néglige la poussée d'Archimède par rapport aux autres forces exercées sur la bille.

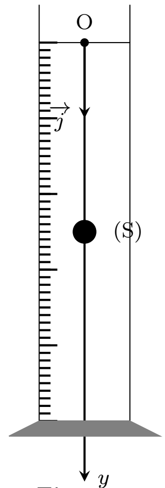

Figure 1

Données :

- Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- $m = 2,5 \cdot 10^{-2}$ kg

1. En appliquant la deuxième loi de Newton sur la bille, montrer que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G s'écrit :
$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g. \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$
2. Trouver l'expression de la vitesse limite v_ℓ de G en fonction de g, m et k. (**0, 5 pt**)
3. La courbe de la figure 2 représente l'évolution de la vitesse v du centre d'inertie G de la bille.
Déterminer graphiquement la valeur de v_ℓ. (**0, 25 pt**)
4. Vérifier que, dans le système international d'unités, l'équation différentielle du mouvement de G s'écrit ainsi: $\frac{dv}{dt} = 10 - 6,67v$. (**0, 5 pt**)
5. A l'aide des données du tableau ci-contre et de la méthode d'Euler, calculer :

5.1. L'accélération a_1 à l'instant t_1. (**0, 5 pt**)

5.2. La vitesse v_3 à l'instant t_3 sachant que le pas de calcul est: $\Delta t = 0,015$ s. (**0, 5 pt**)

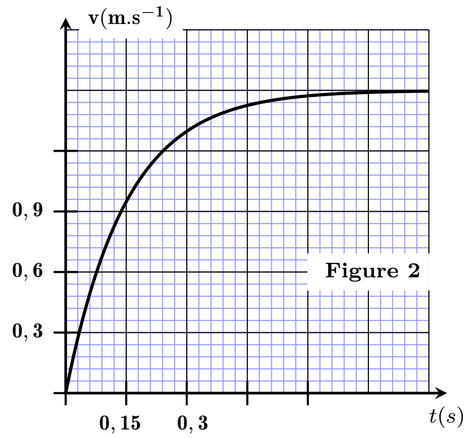

Figure 2

t	v $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	a $(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$
/	/	/
t_1	0,150	$a_1 = \ldots$
t_2	0,285	8,10
t_3	$v_3 = \ldots$	/

Partie 2: Étude du mouvement d'un système (cylindre-solide)

Les cylindres tournants sont utilisés dans plusieurs appareils mécaniques et électromécaniques...
Dans cet exercice on étudie le mouvement d'un système mécanique formé par un cylindre et un corps solide.
Ce système est constitué d'un corps solide (S) de masse m et de centre d'inertie G accroché à un fil, inextensible et de masse négligeable, enroulé autour d'un cylindre (C) homogène de rayon R, tournant librement autour d'un axe (Δ) fixe et horizontal.
On note J_Δ le moment d'inertie du cylindre par rapport à l'axe (Δ).
Le mouvement de (S) entraine la rotation du cylindre (figure 3). Le fil ne glisse pas sur le cylindre au cours du mouvement.
On repère la position d'un point du cylindre, à chaque instant t, par son abscisse angulaire θ et le centre d'inertie G de (S) par sa cote z dans le repère $(O, \vec{k})$.

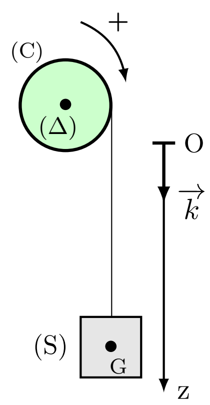

Figure 3

On étudie le mouvement du système dans un repère lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.
On néglige toute sorte de frottement pendant le mouvement du système.
On abandonne le système sans vitesse initiale et on choisit l'abscisse angulaire $\theta = 0$ à l'instant $t_0 = 0$.
Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe représentant la variation de la cote z du centre d'inertie G du solide (S) en fonction de t^2 (figure 2).
Données : $\mathrm{m} = 50\ \mathrm{g}; \mathrm{R} = 5\ \mathrm{cm}; \mathrm{g} = 10 \mathrm{m.s}^{-2}$

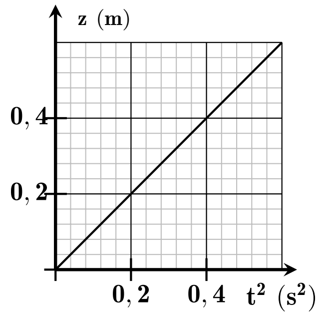

Figure 4

1. Déterminer, en justifiant la réponse, la nature du mouvement du solide (S)et déduire la valeur de son accélération **a**. (**0, 5 pt**)
2. Déterminer l'instant t_1 auquel le solide (S) parcourt la distance $\mathrm{h} = 1$ m. (**0, 5 pt**)
3. Calculer le nombre de tours effectués par le cylindre pendant la durée $\Delta t = t_1 - t_0$. (**0, 5 pt**)
4. Par application de la $2^{\text{ème}}$ loi de Newton au solide (S) et la relation fondamentale de la dynamique au cylindre, montrer que : $J_\Delta = \dfrac{m \cdot R^2 \cdot (g-a)}{a}$. Calculer sa valeur. (**1 pt**)