

امتحان وطني تجريبي رقم 2  
للبكالوريا  
المسالك الدولية  
الدورة العادية 2023  
- الموضوع -

Royaume du Maroc



Ministère de l'Education Nationale,  
du Préscolaire et des Sports

3	مدة الإنجاز	الفيزياء و الكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

INSTRUCTIONS GENERALES

- L'utilisation de la calculatrice non programmable est autorisée ;
- Le candidat peut traiter les exercices de l'épreuve suivant l'ordre qui lui convient ;
- L'utilisation de la couleur rouge lors de la rédaction des solutions est à éviter.

COMPOSANTES DU SUJET

L'épreuve est composée de quatre exercices indépendants entre eux et répartis suivant les domaines comme suit :

Exercice 1	Chimie	7 points
Exercice 2	Ondes et Nucléaire	3 points
Exercice 3	Electricite	4.75 points
Exercice 4	Mecanique	5.25points

### Les parties 1 et 2 sont indépendantes

#### Partie 1 : L'électrolyse d'une solution aqueuse de chlorure d'or (III)

On étudie dans cette partie l'électrolyse d'une solution aqueuse de chlorure d'or (III) pour déposer une fine couche d'or métallique sur une plaque de cuivre.

On plonge totalement une plaque de cuivre dans une solution aqueuse de chlorure d'or (III)

$\text{Au}_{(\text{aq})}^{3+} + 3\text{Cl}_{(\text{aq})}^-$  et on la relie à l'un des pôles d'un générateur électrique G, puis on relie l'autre pôle de G à une électrode de graphite immergée dans la même solution.

Le générateur débite un courant électrique d'intensité constante  $I = 50 \text{ mA}$ , pendant une durée  $\Delta t$ .

Au cours de cette électrolyse, on observe un dépôt métallique d'or sur la plaque du cuivre et un dégagement gazeux de dichlore  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  au niveau de l'électrode de graphite.

#### Données :

- Les couples mis en jeu :  $\text{Au}_{(\text{aq})}^{3+} / \text{Au}_{(\text{s})}$  et  $\text{Cl}_{2(\text{g})} / \text{Cl}_{(\text{aq})}^-$  ;
- La masse molaire de l'or :  $M(\text{Au}) = 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1. Faire un schéma du dispositif expérimental utilisé pour cette électrolyse, en précisant l'anode et le sens du courant dans le circuit extérieur de l'électrolyseur.
2. Ecrire l'équation de la réaction chimique ayant lieu au niveau de chaque électrode ainsi que l'équation bilan.
3. Trouver, en minutes (min), la durée  $\Delta t$  nécessaire au dépôt d'une masse d'or  $m(\text{Au}) = 0,031 \text{ g}$ .

#### Partie 2 : Etude de quelques propriétés d'une solution aqueuse de méthylamine

*La méthylamine de formule semi-développée  $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$  est utilisée dans l'industrie pharmaceutique comme constituant de plusieurs produits tels que des antispasmodiques ou des anesthésiques ou comme matière première pour la fabrication des insecticides.*

Dans cette partie, on se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de méthylamine.

##### 1. Etude d'une solution aqueuse de méthylamine

On prépare un volume  $V = 1 \text{ L}$  d'une solution aqueuse  $S_b$  de méthylamine de concentration

$C_b = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . La mesure du pH de la solution  $S_b$  à  $25^\circ \text{C}$  donne  $\text{pH} = 11,3$ .

#### Donnée :

- Le produit ionique de l'eau à  $25^\circ \text{C}$ :  $K_e = 10^{-14}$ .

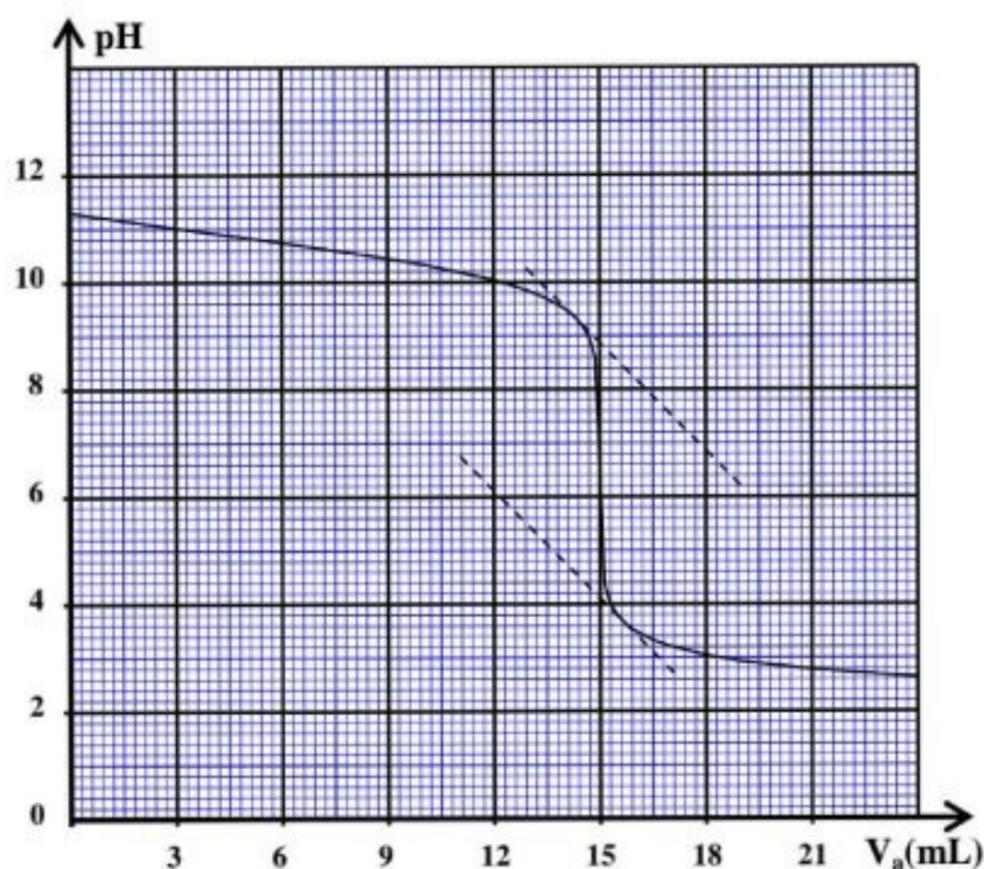
- 1.1. Donner la définition d'une base selon Bronsted.
- 1.2. Ecrire l'équation de la réaction de la méthylamine avec l'eau.
- 1.3. Calculer le taux d'avancement final  $\tau$  de cette réaction. Que peut-on déduire ?
- 1.4. Montrer que le quotient de la réaction  $Q_{r,\text{éq}}$  à l'équilibre s'écrit ainsi:  $Q_{r,\text{éq}} = \frac{C_b \cdot \tau^2}{1 - \tau}$ .

Calculer sa valeur.

- 1.5. Trouver l'expression de la constante d'acidité  $K_A$  du couple  $\text{CH}_3 - \text{NH}_{3(\text{aq})}^+ / \text{CH}_3 - \text{NH}_{2(\text{aq})}$  en fonction de  $Q_{r,\text{éq}}$  et  $K_e$  puis vérifier que  $\text{p}K_A \approx 10,7$ .

##### 2. Dosage d'une solution aqueuse de méthylamine

Pour vérifier la valeur de la concentration  $C_b$  de la solution aqueuse  $S_b$ , on réalise le dosage pH-métrique d'un volume  $V_b = 15\text{mL}$  de la solution aqueuse  $S_b$  par une solution aqueuse  $S_a$  d'acide chlorhydrique  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  de concentration  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La courbe de la figure ci-contre représente les variations du pH du milieu réactionnel en fonction du volume versé  $V_a$  de la solution  $S_a$ .



2.1. Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

2.2. Déterminer graphiquement les coordonnées  $(V_{aE}, \text{pH}_E)$  du point d'équivalence.

2.3. En déduire la concentration  $C_b$ .

2.4. Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse.

Indicateur coloré	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Rouge de crésol	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,0 - 4,6	6,0 - 7,6	7,2 - 8,8	8,2 - 10,0

2.5. Déterminer le quotient  $\frac{[\text{CH}_3 - \text{NH}_{2(\text{aq})}]}{[\text{CH}_3 - \text{NH}^+_{3(\text{aq})}]}$  pour le volume  $V_{a1} = 20,4 \text{ mL}$  de la solution  $S_a$  versée.

En déduire l'espèce chimique prédominante.

2.6 Sachant que lorsque  $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$  on a  $\text{pH} = \text{pK}_A$ . Déterminer graphiquement la valeur du  $\text{pK}_A$ .

### Exercice 2

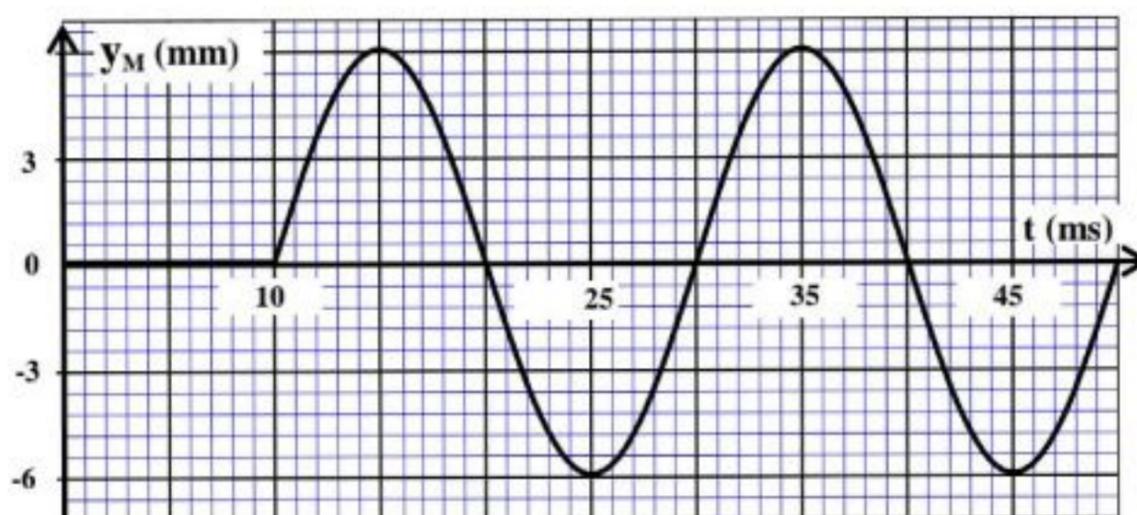
### Ondes et Nucléaire

3 points

#### Les parties 1 et 2 sont indépendantes

#### Partie 1 : Propagation d'une onde mécanique

On crée, à un instant choisi comme origine des dates  $t = 0$ , en un point S de la surface de l'eau une onde mécanique progressive sinusoïdale de fréquence N. La courbe de la figure ci-contre représente les variations en fonction du temps de l'élongation  $y_M$  d'un point M du milieu de propagation situé à la distance  $L = 2,5 \text{ cm}$  du point S.



Recopier le numéro de la question et écrire, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans aucune justification ni explication.

1. La fréquence de l'onde est:

<b>A</b>	$N = 25 \text{ Hz}$	<b>B</b>	$N = 50 \text{ Hz}$	<b>C</b>	$N = 100 \text{ Hz}$	<b>D</b>	$N = 200 \text{ Hz}$
----------	---------------------	----------	---------------------	----------	----------------------	----------	----------------------

2. Le point M reprend le même mouvement de S avec un retard temporel  $\tau$  de valeur :

<b>A</b>	$\tau = 0,1 \text{ s}$	<b>B</b>	$\tau = 0,02 \text{ s}$	<b>C</b>	$\tau = 0,01 \text{ s}$	<b>D</b>	$\tau = 0,2 \text{ s}$
----------	------------------------	----------	-------------------------	----------	-------------------------	----------	------------------------

3. La célérité de l'onde à la surface de l'eau est:

<b>A</b>	$v = 2,5 \text{ m.s}^{-1}$	<b>B</b>	$v = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$	<b>C</b>	$v = 25 \text{ m.s}^{-1}$	<b>D</b>	$v = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$
----------	----------------------------	----------	-----------------------------	----------	---------------------------	----------	----------------------------

4. La longueur d'onde  $\lambda$  est :

<b>A</b>	$\lambda = 5 \text{ cm}$	<b>B</b>	$\lambda = 2,5 \text{ cm}$	<b>C</b>	$\lambda = 0,5 \text{ m}$	<b>D</b>	$\lambda = 0,25 \text{ cm}$
----------	--------------------------	----------	----------------------------	----------	---------------------------	----------	-----------------------------

### Partie 2 : Datation au carbone 14

On se propose dans cette partie de déterminer l'âge approximatif d'un morceau de bois ancien à l'aide de la datation au carbone 14.

La désintégration du noyau de carbone 14 ( $^{14}_6\text{C}$ ) est de type  $\beta^-$ .

#### Données :

- La masse du noyau de carbone 14 :  $m(^{14}_6\text{C}) = 13,99995 \text{ u}$  ;
- La masse du neutron :  $m_n = 1,00866 \text{ u}$  ;
- La masse du proton :  $m_p = 1,00728 \text{ u}$  ;
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$  ;
- La demi-vie du carbone 14:  $t_{1/2} = 5730 \text{ ans}$ .

1. Recopier le numéro de la question et écrire, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans aucune justification ni explication.

1.1. Le noyau de carbone 14 se compose de:

<b>A</b>	14 protons et 6 neutrons	<b>B</b>	8 protons et 6 neutrons
<b>C</b>	6 protons et 8 neutrons	<b>D</b>	6 protons et 14 neutrons

1.2. L'équation de désintégration du carbone 14 est:

<b>A</b>	$^{14}_6\text{C} \rightarrow ^0_{+1}\text{e} + ^{14}_5\text{B}$	<b>B</b>	$^{14}_6\text{C} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{14}_7\text{N}$
<b>C</b>	$^{14}_6\text{C} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{10}_4\text{Be}$	<b>D</b>	$^{14}_6\text{C} + ^0_{-1}\text{e} \rightarrow ^{14}_5\text{B}$

2. Calculer, en MeV, l'énergie de liaison  $E_l$  du noyau de carbone 14.

3. Le taux de carbone 14 reste le même dans les tissus des êtres vivants. Ce taux diminue progressivement, suivant la loi de décroissance radioactive, après la mort de ces êtres vivants.

L'activité du carbone 14 dans un morceau de bois ancien est  $a_1 = 318 \text{ Bq}$ , tandis que l'activité du carbone 14 dans un morceau de bois récent de même masse vaut  $a_0 = 418 \text{ Bq}$ .

Déterminer, en ans, l'âge approximatif  $t_1$  du morceau de bois ancien.

Exercice 3

Electricite

4.75 points

On se propose dans cet exercice d'étudier:

- La réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension;
- Les oscillations libres dans un circuit RLC série;
- La réception d'une onde modulée en amplitude.

#### 1. Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

On réalise le montage expérimental schématisé sur la figure 1.

Ce montage est constitué :

- d'un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E = 10 \text{ V}$ ;
- d'une bobine d'inductance  $L$  réglable et de résistance  $r$ ;
- d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 490 \Omega$ ;
- d'un interrupteur  $K$ .

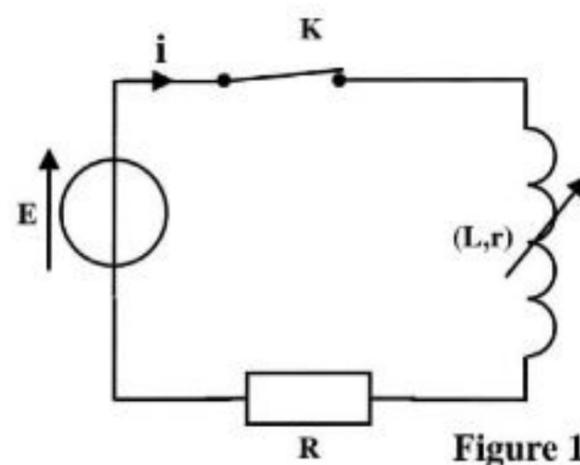


Figure 1

On ajuste l'inductance de la bobine sur la valeur  $L = L_0$  et on ferme le circuit à un instant choisi comme origine des dates  $t = 0$ .

Un système d'acquisition informatisé permet de visualiser la courbe  $C_1$  représentant l'évolution de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique (figure 2). La droite (T) étant la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t = 0$ .

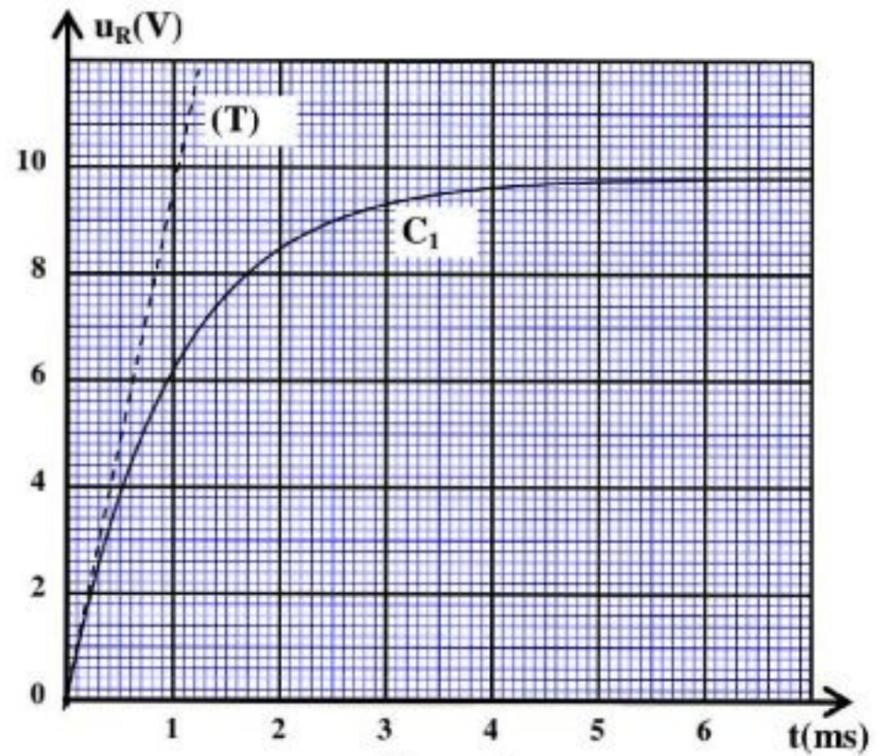


Figure 2

**1.1.** Recopier le schéma de la figure 1 et indiquer comment est branché le système d'acquisition informatisé pour visualiser la tension  $u_R(t)$ . (le branchement du système d'acquisition est identique à celui de l'oscilloscope).

0,25

**1.2.** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_R(t)$  s'écrit sous la

0,5

$$\text{forme : } \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L_0} u_R = \frac{ER}{L_0}.$$

**1.3.** Déterminer graphiquement la tension  $U_0$  aux bornes du conducteur ohmique quand le régime permanent est atteint.

**1.4.** En déduire la valeur de la résistance  $r$  de la bobine.

**1.5.** Vérifier que  $L_0 = 0,5 \text{ H}$ .

**1.6.** On refait la même expérience en ajustant l'inductance de la bobine sur la valeur  $L = L_1 = 2L_0$ . Un système d'acquisition informatisé permet de suivre l'évolution de la tension  $u_R(t)$  dans les deux cas:  $L = L_0$  et  $L = L_1$ .

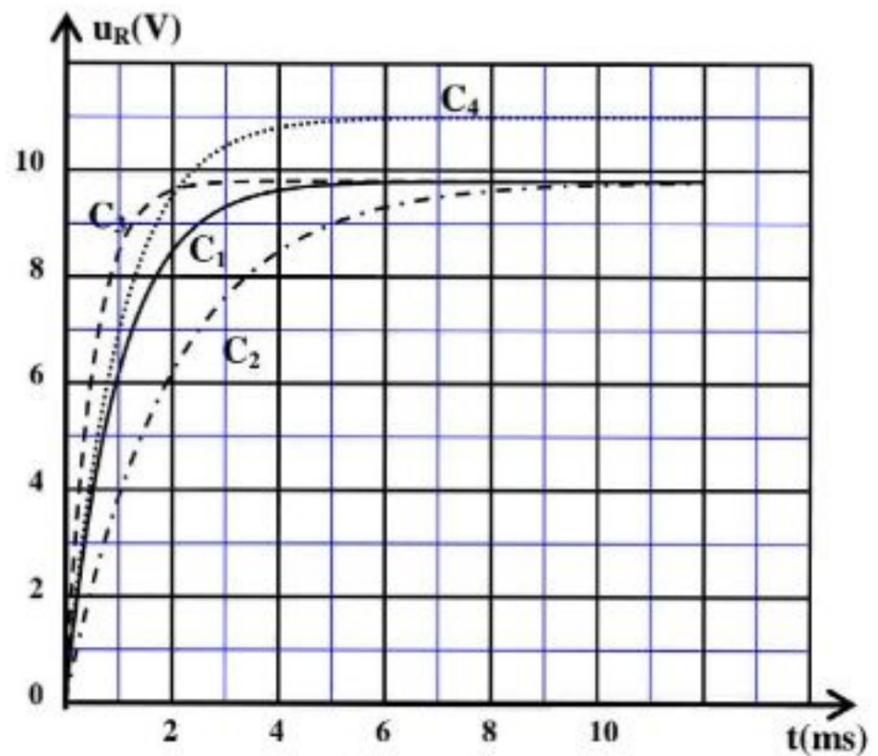


Figure 3

Choisir parmi les courbes  $C_2, C_3$  et  $C_4$  représentées sur la figure 3, celle qui représente

l'évolution de la tension  $u_R(t)$  dans le cas où  $L = L_1$ . Justifier votre réponse.

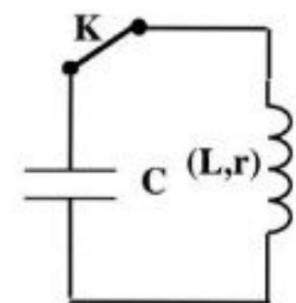


Figure 4

## 2. Oscillations libres dans un circuit RLC série

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 4.

Ce montage comprend :

- un condensateur de capacité  $C$  initialement chargé ;
- la bobine précédente où l'inductance est ajustée à la valeur :  $L = 1 \text{ H}$ ;

- un interrupteur K.

La courbe de la figure 5 représente l'évolution de la charge  $q(t)$  du condensateur

**2.1.** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$ .

**2.2.** Sachant que la pseudopériode est approximativement égale à la période propre  $T_0$  des oscillations, déterminer la capacité  $C$  du condensateur. (On prend  $\pi^2 = 10$ ).

0,5

0,75

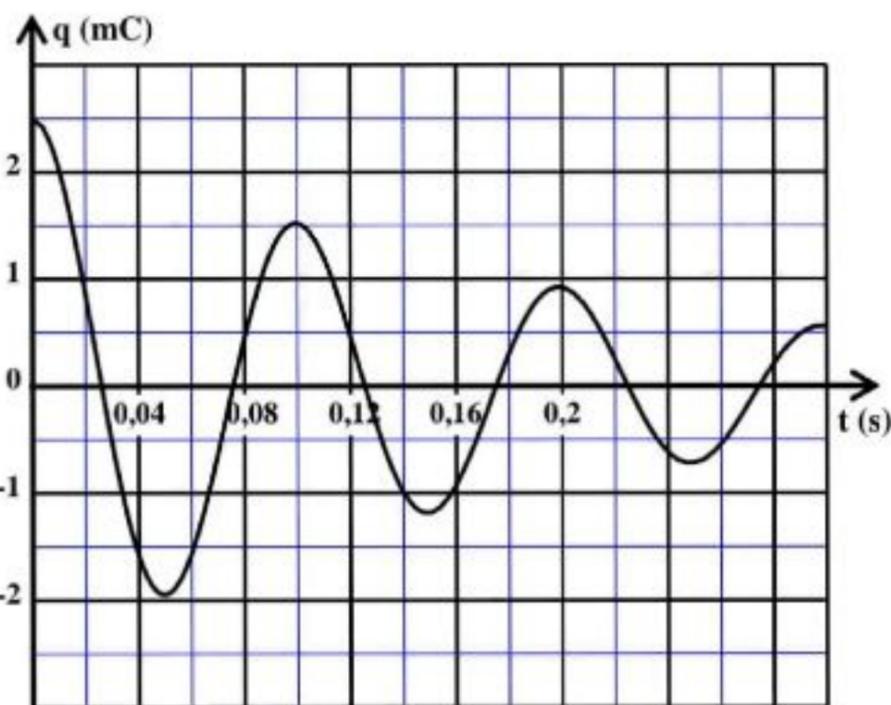


Figure 5

### 3. Réception d'une onde modulée en amplitude

Pour recevoir une onde radio, modulée en amplitude et de fréquence  $f_0 = 171 \text{ kHz}$ , on utilise le montage représenté par le schéma simplifié de la figure 6.

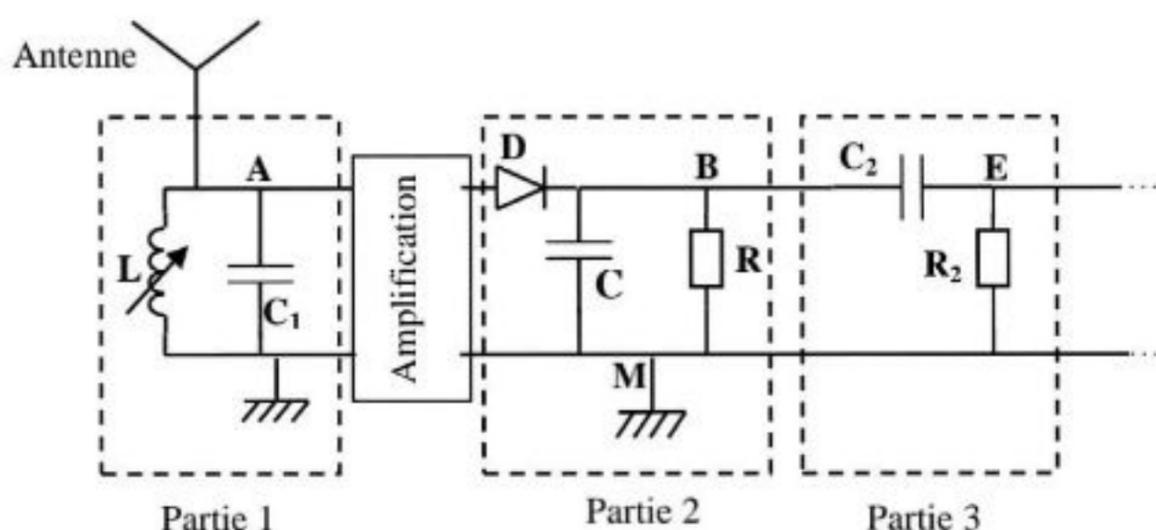


Figure 6

La partie 1 de ce dispositif est constituée d'un condensateur de capacité  $C_1 = 85,4 \text{ pF}$  et d'une bobine d'inductance  $L$  réglable.

**3.1.** Quel est le rôle de chacune des deux parties 1 et 3 de ce montage ?

**3.2.** Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine qui permet de recevoir l'onde radio de fréquence  $f_0$ . (On prend  $\pi^2 = 10$ ).

Exercice 4

Mécanique

5.25points

#### Les parties 1 et 2 sont indépendantes

##### Partie 1 : Etude du mouvement d'un solide sur un plan incliné

Un solide (S), de masse  $m$  et de centre d'inertie  $G$ , se déplace avec frottement sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

On étudie le mouvement de la montée du solide (S) de la position O à la position B (figure 1).

Les frottements sont modélisés par une force  $\vec{f}$  constante ayant une intensité  $f$ .

On étudie le mouvement du centre d'inertie  $G$  dans le repère  $(O, \vec{i})$  lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

On repère à chaque instant la position de  $G$  sur le plan incliné par son abscisse  $x$ .

**Données :** accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;

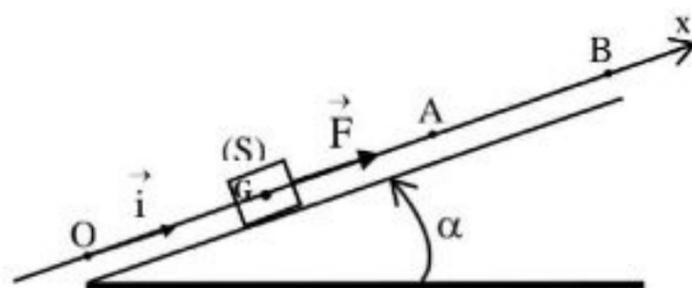


Figure 1

$$\alpha = 17,5^\circ \quad ; \quad OA = 4 \text{ m} \quad ; \quad m = 2 \text{ kg} \quad ; \quad f = 2 \text{ N}.$$

### 1. Etude du mouvement sur la portion OA

On considère que G est confondu avec l'origine O de l'axe  $(O, \vec{i})$  à l'instant  $t = 0$  et que sa vitesse est nulle à cet instant. Le solide (S) est soumis, sur la portion OA, à une force motrice  $\vec{F}$  constante, parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné et dirigée vers le haut (figure 1).

1.1. Montrer que l'équation différentielle du mouvement s'écrit ainsi:

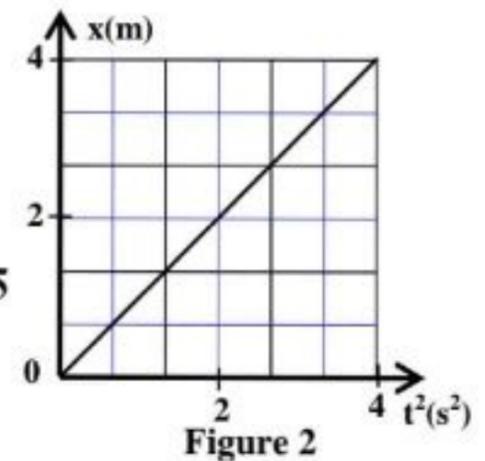
$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F-f}{m} - g \sin \alpha. \quad \mathbf{0,5}$$

1.2. La courbe de la figure 2 représente les variations de x en fonction de  $t^2$ .  $\mathbf{0,5}$

1.2.1. En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer l'accélération  $a_{1x}$  du centre d'inertie G.  $\mathbf{0,5}$

1.2.2. Montrer que l'intensité de la force  $\vec{F}$  est :  $F \approx 12 \text{ N}$ .

1.2.3. Vérifier que la vitesse de G lors de son passage par le point A est :  $V_A = 4 \text{ m.s}^{-1}$ .



### 2. Etude du mouvement sur la portion AB

On élimine la force  $\vec{F}$  à l'instant où G passe par le point A.

Pour étudier le mouvement de G sur la portion AB, on choisit l'instant de passage de G par le point A comme nouvelle origine des dates  $t = 0$ .

2.1. Déterminer l'accélération  $a_{2x}$  de G sur la portion AB.

2.2. Sachant que la vitesse de G s'annule au point B, trouver la distance AB.

### Partie II : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme

Une particule de charge  $q = e$  et de masse  $m$  pénètre en O avec une vitesse horizontale  $\vec{V}_0$  dans une zone où règne un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme, perpendiculaire au plan vertical  $(\pi)$  (figure 2). La trajectoire de la particule est un demi-cercle de centre  $O'$  et de diamètre OP (figure 2).

L'intensité du poids de la particule est négligeable devant celle de la force de Lorentz qui s'exerce sur celle-ci.

1- Donner l'expression vectorielle de la force de Lorentz qui s'exerce sur la particule au point M de sa trajectoire (figure 2).

2- Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement de la particule est circulaire uniforme dans la zone où règne le champ  $\vec{B}$ .

3- Exprimer le diamètre OP en fonction de  $m$ ,  $e$ ,  $B$  et  $V_0$ . Calculer sa valeur.

On donne :  $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $V_0 = 10^6 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $B = 0,1 \text{ T}$ .

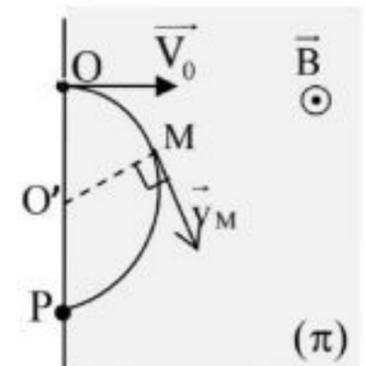


Figure 2