



**Ministère de  
L'Éducation nationale  
INSPECTION D'ACADEMIE DE KAOLACK**



**RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL**  
Un Peuple – Un But – Une Foi



**COMPOSITION DU DEUXIEME SEMESTRE 2023/2024**

**DISCIPLINE : SCIENCES PHYSIQUES**

**NIVEAU : TERMINALE S1**

**DUREE : 4 HEURES**

**EXERCICE 1 : (03points)**

1.1. On dispose d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration molaire  $C_A = 1,26 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V$ . La mesure du pH de la solution donne la valeur  $\text{pH} = 2,9$ .

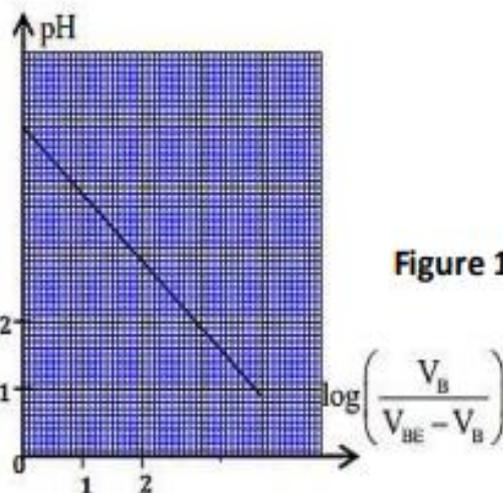
1.1.1. Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau. **(0,25 pt)**

1.1.2. Après avoir donné l'expression de la constante d'acidité couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ , établir l'expression du pH de la solution en fonction du pKa du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$  et de la concentration des deux espèces chimiques  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  et  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$  en solution. **(0,5pt)**

1.1.3. Montrer que le pH de la solution d'acide propanoïque peut s'exprimer sous la forme :

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) \text{ où } \alpha \text{ est le coefficient d'ionisation de l'acide.}$$

1.2. On prend un volume  $V_A$  d'une solution aqueuse d'acide propanoïque de concentration  $C_A$  auquel on ajoute progressivement une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) de concentration  $C_B$ . On suit les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V_B$  ajouté de la solution ( $S_B$ ). À partir des mesures obtenues, on a tracé la courbe de la figure 1



**Figure 1**

ci-contre représentant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction de

$\log\left(\frac{V_B}{V_{BE}-V_B}\right)$  avec  $V_B < V_{BE}$  où  $V_{BE}$  est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence.

1.2.1. Ecrire l'équation modélisant la réaction de dosage. **(0,25 pt)**

1.2.2. Trouver, pour un volume  $V_B$  ajouté de la solution ( $S_B$ ), l'expression  $\frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]}$  en fonction  $V_B$  et  $V_{BE}$ . **(0,5 pt)**

1.2.3. Retrouver la valeur du pKa du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ . **(0,25 pt)**

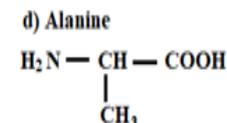
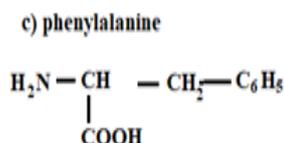
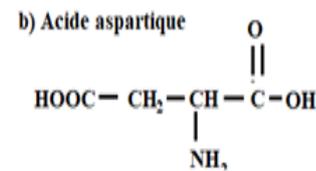
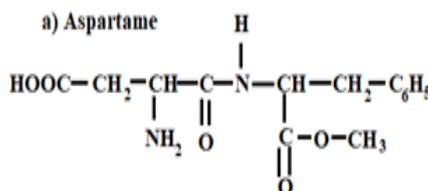
1.3. On désire réaliser une solution tampon de  $\text{pH} = 4,5$  et de volume  $V = 266\text{mL}$  à partir de l'acide considéré et d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

1.3.1. Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon. **(0,25 pt)**

1.3.2. Déterminer les volumes  $V_A$  et  $V_B$  d'acide et de base à utiliser pour réaliser une telle solution. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 2 : (03points)**

L'aspartame a été découvert en 1965 par le Dr James Schlatter. Il étudiait les acides aminés lorsque, par hasard, en portant son doigt à sa bouche, il a senti un goût sucré et agréable. L'aspartame et édulcorant (additif alimentaire servant à parfumer ou donner du goût sucré aux aliments) utilisé par les diabétiques ou les personnes désirants suivre un régime. Son pouvoir sucrant est égal à 180. La saveur sucre est forte (le pouvoir sucrant de référence est celui de saccharose, qui est égal à



1) et dépourvue d'arrière-gout digérable. Lorsque l'**aspartame** atteint l'estomac il peut subir une hydrolyse qui conduit à la formation de **phénylalanine**, d'**acide aspartique** et de **méthanol**.

On donne ci-contre , les formules semi-développées de l'aspartame et d'autres composés évoqués dans l'énoncé.

2.1. Recopie la formule de l'aspartame puis entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans cette molécule. **(0,5pt)**

2.2 La phénylalanine possède un atome de carbone asymétrique.

2.2.1. Rappeler ce qu'on appelle carbone asymétrique. Recopier la formule de la phénylalanine et indiquer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique. **(0,5pt)**

2.2.2. Dessiner, en projection de Fischer la configuration D de la phénylalanine. **(0,25 pt)**

2.3. L'acide aspartique est un acide alpha aminé. Dans certaines conditions, il faut réagir avec l'**alanine** pour former un dipeptide Asp-Ala que l'on retrouve dans l'hémoglobine. Les abréviations ASP et Ala sont utilisées respectivement pour l'acide aspartique et pour l'alanine.

2.3.1. Sur la molécule d'acide aspartique que l'on recopiera, identifier le (les) atome (s) de carbone asymétrique(s) par un astérisque. Dessiner l'acide L- aspartique en représentation de Fischer. **(0,5 pt)**

2.3.2 Ecrire la formule semi-développée du dipeptide Asp-Ala et y entourer la liaison peptidique. **(0,25 pt)**

2.3.3. Quels sont les autres dipeptides susceptibles d'être obtenus. **(0,5 pt)**

2.4 Le méthanol obtenu lors de l'hydrolyse de l'aspartame est un alcool trop toxique.

L'étiquette d'une boisson « light » indique la teneur de cette boisson en aspartame : 0,5g/L.

2.4.1 Calculer la masse maximale de méthanol susceptible d'être libérée par 1L de cette boisson sachant qu'une mole d'aspartame donne une mole de méthanol. **(0,25 pt)**

2.4.2 Quel volume maximal de boisson « light » peut consommer, en un jour, un diabétique de masse 63 Kg sachant que la dose journalière acceptable (**DJA**) est de 4,35 mg de méthanol par kilogramme de masse corporelle ? **(0,25 pt)**

**Masse molaire en g/mol** : pour l'aspartame **294** et pour le méthanol **32** ; **M(N)=14 ; 1jour=24heures**

**EXERCICE 3 : (04points)**

**Données** : Masse des ions :  $^{12}\text{CO}_2^+$  :  $m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26}$  kg et de  $^{13}\text{CO}_2^+$  :  $m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26}$  kg Charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C ;  $N_{01} = 2307$  et  $N_{02} = 25$

Une forme de dopage chez les sportifs consiste à utiliser des stéroïdes anabolisants, comme la testostérone, difficiles à mettre en évidence du fait de leur présence naturelle dans l'organisme.

En 1996, une étude a montré que les rapports de concentrations entre le carbone 12 et le carbone 13 sont différents selon que la molécule soit de synthèse ou d'origine naturelle. Pour mesurer ces taux, on procède à l'extraction de l'hormone à partir d'un prélèvement d'urine. Le dioxyde de carbone provenant de la combustion du stéroïde est envoyé dans un spectrographe de masse constitué de quatre zones (figure 3) :

➤ Dans la zone I, les molécules de  $\text{CO}_2$  sont ionisées par bombardement électronique pour donner des ions  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$  de charge +e (e étant la charge élémentaire).

➤ Dans la zone II, de longueur d, entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  planes et parallèles, on applique une tension accélératrice  $U = 4$  kV.

➤ Dans la zone III de longueur  $\ell$ , aucune force ne s'exerce sur les ions.

➤ Enfin dans la zone IV, les ions sont soumis à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  de norme  $B = 0,25$  T.

On observe une déviation de la trajectoire des deux ions. Un comptage des deux ions est effectué à la sortie du dispositif. On négligera l'action de la pesanteur. Soit un ion  $X^+$  de masse m, pénétrant dans la zone II, en  $O_1$ , suivant l'axe  $O_1X$ , avec une vitesse supposée nulle à l'instant  $t = 0s$ .

3.1. Montrer que les deux ions arrivent en  $O_2$  avec la même énergie cinétique. **(0,25 pt)**

3.2. Etablir l'expression de la vitesse v d'arrivée d'un ion  $X^+$  au point  $O_2$  en fonction de e, m et U. Calculer la vitesse de chaque ion  $^{12}\text{CO}_2^+$  et  $^{13}\text{CO}_2^+$  . **(0,75 pt)**

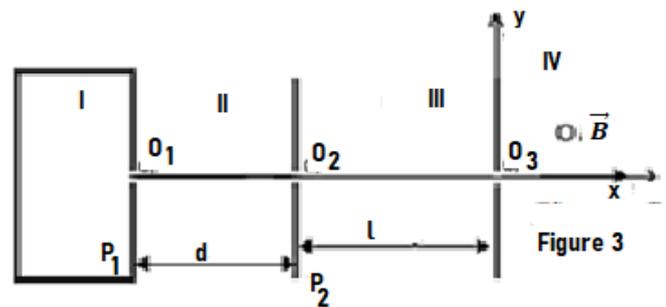
3.3. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un ion dans la zone II. **(0,5 pt)**

3.4. Quelle est la nature du mouvement d'un ion dans la zone III. Justifier. **(0,5 pt)**

3.5. Dans la zone IV, la déviation de l'ion  $X^+$  se fait du côté positif de l'axe  $O_3Y$ . En déduire le sens du champ magnétique  $\vec{B}$ . **(0,25 pt)**

3.6. Montrer que le mouvement des ions dans la zone IV est circulaire et uniforme. **(0,75 pt)**

3.7. Calculer la valeur du rayon de la trajectoire de chaque ion. En déduire la distance qui sépare les points d'impacts des deux ions sur



l'axe O<sub>3</sub>Y. **(0,75 pt)**

3.8. Pour chaque échantillon analysé, on établit un coefficient  $\delta$  défini par :  $\delta = \frac{(r-r_0)}{r_0} \times 100$  où  $r = \frac{N_1}{N_2}$  est le rapport standard et  $r_0 = \frac{N_{01}}{N_{02}}$  N<sub>1</sub> et N<sub>2</sub> étant le nombre d'impacts respectifs de <sup>12</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup> et <sup>13</sup>CO<sub>2</sub><sup>+</sup>. Un sportif est testé « positif » si le coefficient  $\delta$  est inférieur à **-27**. Les résultats des tests d'un sportif ont donné : N<sub>1</sub> = 2320 et N<sub>2</sub> = 26. Le sportif, est-il testé positif ou négatif ? **(0,5 pt)**

**EXERCICE 4 : (05points)**

Les géologues et les astronomes, utilisent la méthode de datation Potassium-Argon, pour déterminer l'âge de roches anciennes et des météorites...

Le but de cet exercice est étudiée la radioactivité du nucléide Potassium 40, afin de déterminer l'âge d'une roche volcanique puis d'étudier quelques niveaux d'énergie du noyau d'argon émis.

**Données :**

la masse d'un noyau de Potassium m (<sup>40</sup><sub>19</sub>K)=39,963999u ; la masse d'un noyau d'Argon m (<sup>40</sup><sub>18</sub>Ar)=39,962591u

la masse d'un noyau de <sup>A</sup><sub>Z</sub>P m (<sup>A</sup><sub>Z</sub>P)=0,0005u ; Les masses molaires M (<sup>40</sup><sub>19</sub>K)= M (<sup>40</sup><sub>18</sub>Ar)

la demi-vie du nucléide t<sub>1/2</sub>=1,3.10<sup>9</sup>ans ; 1u =1,67.10<sup>-27</sup>kg= 931,5Mev/C<sup>2</sup> ; 1Mev=1,6.10<sup>-13</sup>J

la constante de Planck h=6,62.10<sup>-34</sup> J.s

**1- Etude de la désintégration du nucléide Potassium 40 :**

Le noyau de Potassium 40 est radioactif, duquel résulte un noyau d'Argon <sup>40</sup><sub>18</sub>Ar

1.1. Ecrire l'équation de désintégration du noyau de Potassium 40, en indiquant le type de radioactivité résultante (On donnera la nature de la particule <sup>A</sup><sub>Z</sub>P émise). **(0,5 pt)**

1.2. Calculer en MeV, l'énergie E libérée par la désintégration d'un noyau de Potassium 40. **(0,5 pt)**

1.3. En utilisant la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique montrer que l'énergie cinétique Ec(P) d'une particule particule <sup>A</sup><sub>Z</sub>P peut se mettre sous la forme :  $E_c(P) = \frac{E}{1+\epsilon}$  avec  $\epsilon$  une constante qu'on exprimera en fonction de m(Ar) et m(P). **(0,5pt)**

**On supposera que toute l'énergie cinétique est transmise au noyau fils et à la particule <sup>A</sup><sub>Z</sub>P .**

1.4. Est-il légitime de négliger l'énergie cinétique des noyaux d'argon émis ? Justifier **(0,25pt)**

1.5. Des recherches empiriques ont montré que dans la réalité, les particules rayonnantes emportent une partie de l'énergie fournie, ainsi l'énergie cinétique réelle des particules <sup>A</sup><sub>Z</sub>P devient

$E'_c(P) = Q \cdot E_c(P) = \frac{Q \cdot E}{1+\epsilon}$  Q est appelé coefficient de correction d'énergie

1.5.1. Montrer que la vitesse réelle d'une particule P peut se mettre sous la forme  $v_{réelle}(P) = (1 - \frac{\epsilon}{2}) \sqrt{\frac{2QE}{m_P}}$ .

**(0,5pt) On pourra utiliser : (1 + ε)<sup>n</sup> ≈ 1 + nε avec ε << 1**

1.5.2. Calculer la vitesse v(P) de cette particule pour Q=0,0012. La particule est-elle relativiste ? **(0,5pt)**

**2. Détermination de l'âge d'une roche en basalte :**

L'analyse d'un échantillon d'une roche en basalte, a révélé qu'il contient à un instant t, une masse m<sub>K</sub> = 1,57mg de Potassium 40 et m<sub>Ar</sub> = 0,025mg d'Argon 40. On considère que la roche de basalte est formée à l'instant t<sub>0</sub> = 0, et que l'Argon 40 qu'elle contient résulte seulement de la désintégration du Potassium 40.

2.1. Montrer que l'expression de l'âge de cette roche est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln(1 + \frac{m(Ar)}{m(K)})$  **(0,5pt)**

**N.B :** M (<sup>40</sup><sub>19</sub>K)= M (<sup>40</sup><sub>18</sub>Ar)

2.2. Calculer l'âge de la roche **(0,25pt)**

**3. Niveaux d'énergies du noyau d'argon.**

Lors de la désintégration du potassium 40, il se forme de l'argon 40. Certains noyaux d'argon 40 peuvent apparaître sous différents états excités correspondant au diagramme des énergies ci-contre. Le zéro correspond à l'état fondamental.

3.1. Comment différencier le diagramme d'énergie de l'atome de celui de son noyau ? **(0,25pt)**

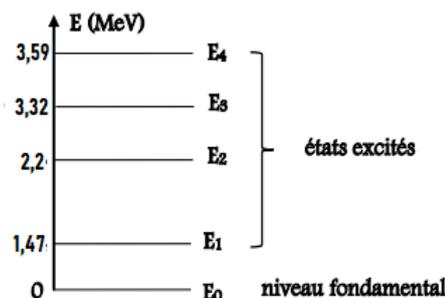
3.2. Qu'observe-t-on lorsque le noyau regagne son état fondamental, éventuellement par l'intermédiaire d'autres états excités. **(0,25pt)**

3.3. Dans l'hypothèse où le noyau d'argon est produit dans l'état excité correspondant au niveau E<sub>2</sub>.

3.3.1. Représenter par des flèches sur le diagramme d'énergie les transitions correspondant aux différentes façons de revenir à l'état fondamental. **(0,25pt)**

3.3.2. Déterminer les longueurs d'ondes possibles du rayonnement émis lors de la désexcitation. **(0,5pt)**

3.3.3. Etablir une relation simple entre les longueurs d'ondes des radiations émises. **(0,25pt)**.



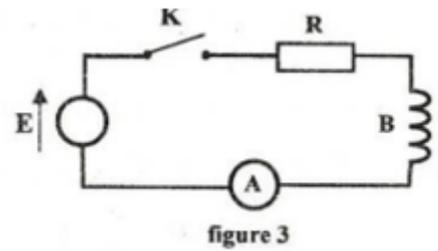
**EXERCICE 5 : (05points)**

Pour déterminer la résistance  $r$  et l'inductance  $L$  d'une bobine  $B$ , on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :**

Le circuit électrique de la figure 3 comporte, montés en série

- Un générateur idéal de tension contenue de f.é.m.  $E=10V$
- La bobine  $B$  d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  ;
- Un ampèremètre  $A$  de résistance négligeable
- Un interrupteur  $K$  et un résistor de résistance  $R=90\Omega$

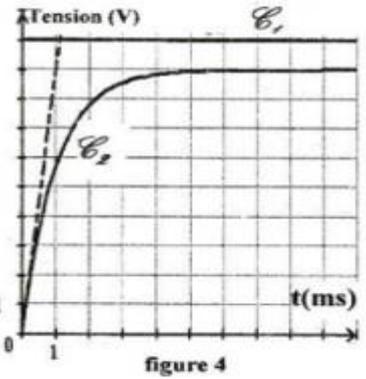


Un système approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions  $u(t)$  aux bornes du générateurs et  $u_R(t)$  aux bornes du résistor.

A l'intants  $t=0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . Les courbes  $C_1$  et  $C_2$  de la figure 4 représente respectivement, les variations de  $u(t)$  et  $u_R(t)$

1-Nommer, en le justifiant , les régimes qui constituent la réponse du dipôle RL à un échelon de tension pour

- $t \leq 5ms$  et  $t \geq 6ms$ . (0,5 pt)
- 2.



2.1. Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant  $i(t)$  traversant le circuit électrique. (0,5pt)

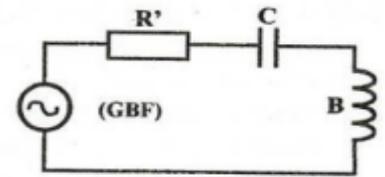
2.2. Vérifier que  $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est une solution de cette équation différentielle ; avec  $\tau = \frac{L}{R+r}$ . (0,5pt)

2.3. En exploitant la figure 4 , déterminer les valeurs de :

- 2.3.1. l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanent et en déduire celle de  $r$  ; (0,5pt)
- 2.3.2. l'inductance  $L$  de la bobine . (0,25pt)

**Expérience 2**

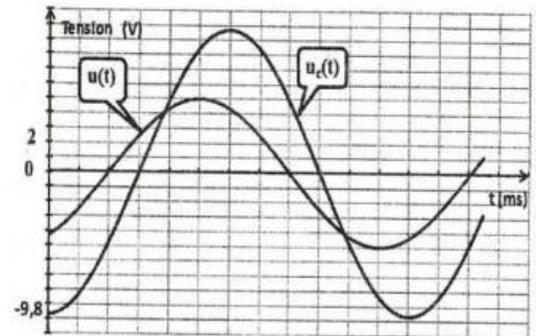
On réalise maintenant, le circuit électrique représenté sur la figure 5 qui comporte, montés en séries, la bobine  $B$ , un résistor de résistance  $R'=40\Omega$  et un condensateur de capacité  $C=4,7 \cdot 10^{-6}F$ . L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale  $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{3})$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable .



Pour la valeur  $N_1=173Hz$  de la fréquence  $N$ , l'intensité instantanée du courant électrique qui circule est  $i(t)=I_m \sin(2\pi N_1 t)$  ; où  $I_m$  est l'amplitude de l'intensité électrique .

Les courbes de la figure 6 représentent les tensions  $u(t)$  aux bornes du générateur et  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur.

1. A partir se figure 6, déterminer
  - 1.1. Le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_C}$  de  $u(t)$  par rapport à  $u_C(t)$ . (0,5pt)
  - 1.2. La phase initiale  $\varphi_{u_C}$  de  $u_C(t)$ . (0,25pt)
2. Sachant que l'amplitude  $U_{Cm}$  de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur est  $U_{Cm} = \frac{I_m}{C \cdot 2\pi N_1}$ 
  - 2.1. Déterminer la valeur de l'intensité maximale  $I_m$ , En déduire la valeur de l'impédance  $Z$  du circuit. (0,5pt)
  - 2.2. Préciser en le justifiant si le circuit est capacitif, résistif ou inductif. (0,5pt)



3. La figure 7 de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie , représente une construction de Fresnel inachevée des tension correspondant au circuit étudié à la fréquence  $N_1$  dont l'équation différentielle s'écrit :  $(R'+r)i + \frac{1}{C} \int i \cdot dt + L \frac{di}{dt} = u(t)$

Soient,  $\vec{OA}$ ,  $\vec{AB}$ ,  $\vec{BC}$ , et  $\vec{OC}$  les vecteurs de Fresnel associés respectivement, aux tensions  $(R'+r)i$ ,  $\frac{1}{C} \int i \cdot dt$ ,  $L \frac{di}{dt}$  et  $u(t)$  .

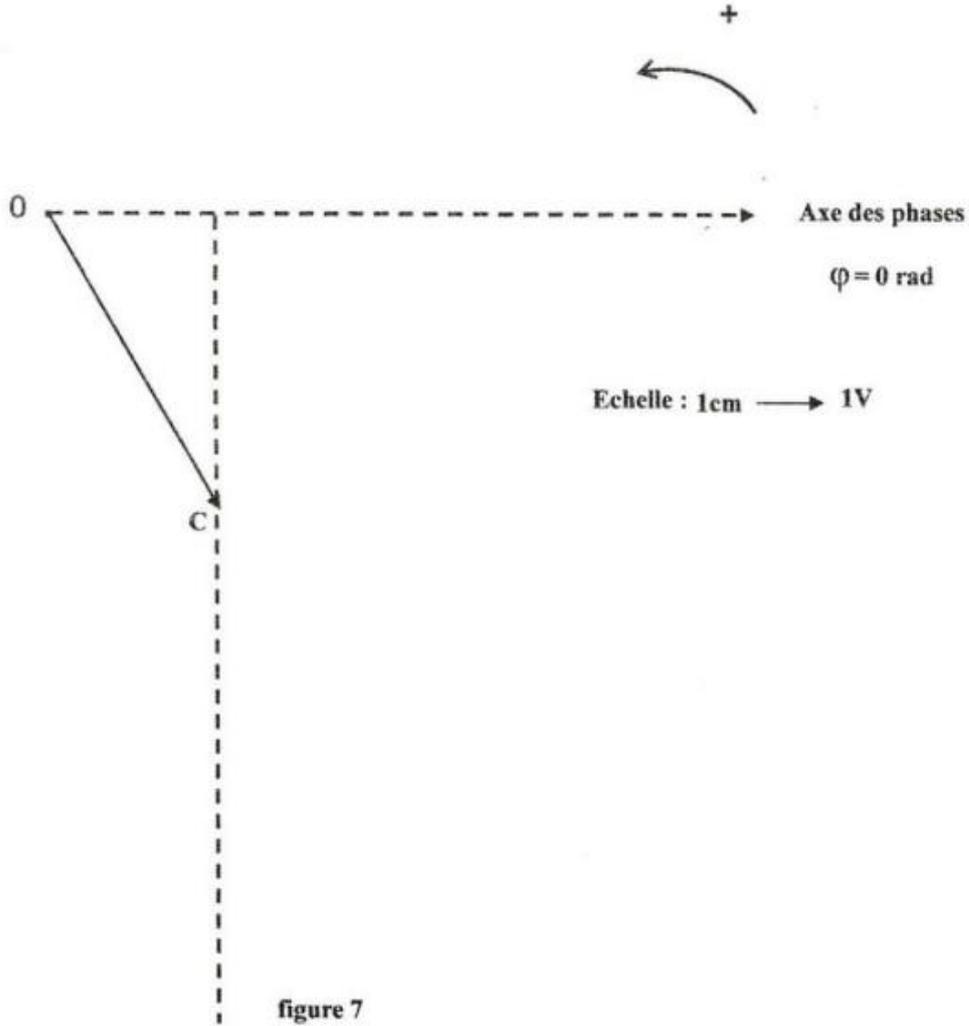
- 3.1. Compléter la construction de Fresnel relative aux tensions maximales à l'échelle  $1cm$  pour  $1V$ . (1pt)
- 3.2. Déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine et celle de sa résistance  $r$ . (0,5pt)

**Prénom :** .....

**Nom :** .....

**Classe :** .....

**Page à remplir et à rendre avec la copie**



**FIN DE L'EPREUVE**