



الشعبة أو المسلك : العلوم الرياضية

(أ) و (ب) خيار فرنسية

المادة : الفيزياء والكيمياء

المدة : 4h

الامتحان التجريبي

مادة: الفيزياء والكيمياء

الأكاديمية الجهوية للتربية
والتكوين لجهة لجنجة-تطوان

نيابة: لجنجة - أصيلة

الثانوية التأهيلية محمد أرسلان الخاصة

1/9

دورة: ماي 2019

Ce sujet comporte 6 exercices

Chimie : (7 pts)

Www.AdrarPhysic.Fr

- Cinétique de la réaction entre l'aluminium et les ions H_3O^+ (4 pts).
- Dosage de la vitamine C dans le Kiwi (4 pts).

Physique : (13 pts)

- Nucléaire : Scintigraphie (2,25 pts)
- Électricité : Étude des circuits RC et RLC (5,25 pts)
- Mécanique : (5,5 pts)
 - ✓ Expérience de Melikan (3,25 pts).
 - ✓ Étude d'un pendule pesant (2,25 pts).

Prof. EL YACOUBI KHALID

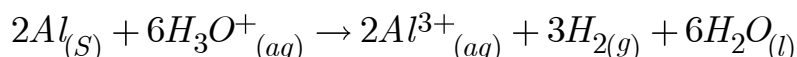
Chimie (7 pts)

Exercice 1 : Cinétique de la réaction entre l'aluminium et les ions H_3O^+ (3 pts)

Le but de cet exercice est le suivi cinétique de la réaction entre l'acide chlorhydrique et l'aluminium solide.

On met dans un bêcher une masse $m=1,08g$ d'aluminium Al , et à un instant $t=0$, on verse un volume $V=200ml$ d'une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration C .

On modélise la réaction qui se produit par l'équation suivante :



Une méthode expérimentale a permis de tracer la courbe représentant les variations du rapport $y = \frac{[Al^{3+}]}{[H_3O^+]}$ en fonction du temps (Figure-1-).

On donne : $M(Al)=27 \text{ g.mol}^{-1}$.

- | | | |
|------|------|--|
| 0,5 | 1. | En se basant sur le tableau d'avancement, établir l'expression de y en fonction de C , V , x avec x l'avancement de la réaction à un instant t . |
| 0,25 | 2. | En exploitant le graph, déterminer : |
| 0,25 | 2.1. | Le réactif limitant. |
| 0,5 | 2.2. | La valeur de la concentration C . |
| 1 | 2.3. | Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. |
| 1 | 3. | Montrer que l'expression de la vitesse volumique de la réaction peut s'écrire sous la forme : |
| | | $v = \frac{C}{2(1+3y)^2} \frac{dy}{dt}$ |
| 0,5 | 4. | Calculer sa valeur à $t_{1/2}$. |
| 0,5 | 5. | Donner la composition molaire du mélange lorsque $y=0,5$. |

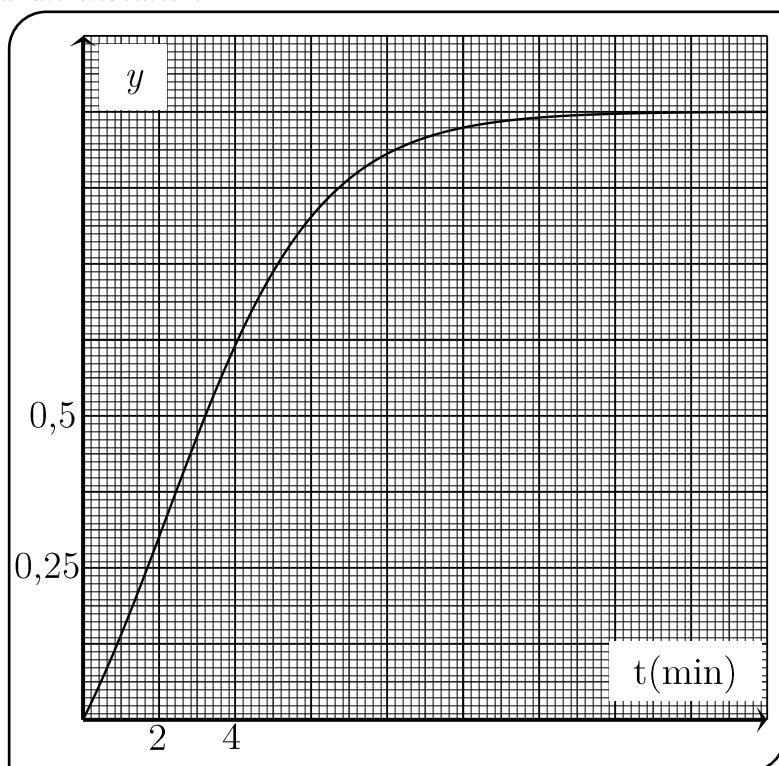


Figure -1-

Exercice 2: Dosage de la vitamine C dans le Kiwi (4 pts)

L'acide ascorbique ou vitamine C, de formule $C_6H_8O_6$, est un acide organique ayant des propriétés antioxydantes. Il est présent dans les citrons, les jus de fruits et les légumes frais.

Le kiwi est parmi les fruits les plus riches en vitamine C dont le pourcentage massique est estimé à 92,8 mg dans 100 g de Kiwi.

Pour s'assurer de ce taux, on verse un volume $V=20$ ml de jus de Kiwi dans un bécher, et on procède au dosage de l'acide ascorbique par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration $C_B=0,01 mol.L^{-1}$. L'évolution du pH du mélange en fonction du volume V_B versé est représentée sur la figure -2-.

On donne : $K_e=10^{-14}$, $M(C_6H_8O_6)=176 g.mol^{-1}$, $pK_A(C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-)=4,1$

1.

0,5 1.1. Écrire l'équation de la réaction ayant lieu au cours du dosage. Dresser son tableau d'avancement.

0,25 1.2. Calculer la constante d'équilibre de cette réaction. Conclure.

0,75 1.3. Soit le point de coordonnées ($V_B=4 mL$, $pH=3,85$). Montrer que le taux d'avancement final a pour formule : $\tau = 1 - \frac{(V_a + V_b)}{C_b V_b} \cdot 10^{pH - pK_e}$. Calculer τ .

2.

0,5 2.1. Déterminer les coordonnées du point d'équivalence. En déduire la concentration molaire de la vitamine C dans le jus de Kiwi.

0,5 2.2. En déduire la concentration massique de la vitamine C dans le jus de Kiwi en $g.L^{-1}$.

1 2.3. Calculer la masse de la vitamine C dans 100g de kiwi, sachant que la masse volumique du jus est $\rho=1,02 g.mL^{-1}$, et que la masse du jus constitue 90% de la masse du Kiwi. Comparer le résultat obtenu avec les données de l'énoncé.

0,5 3. Calculer le pourcentage $\%C_6H_8O_6$ dans le mélange lorsque $V_B=5 mL$.

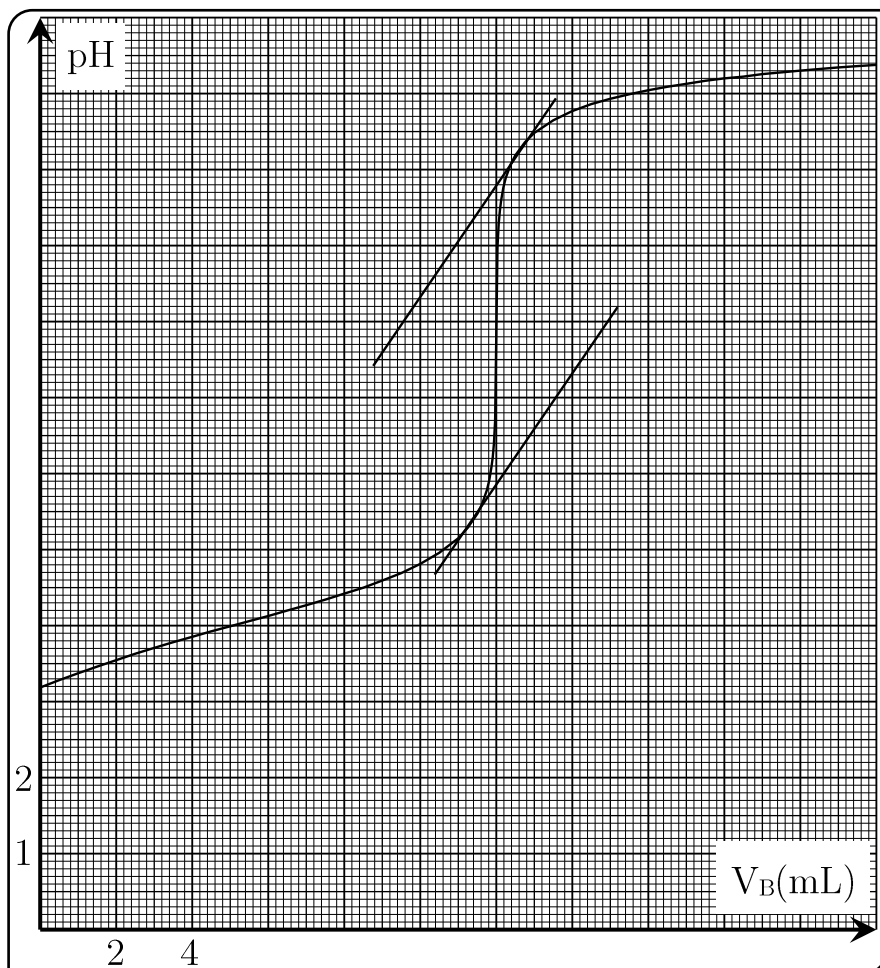


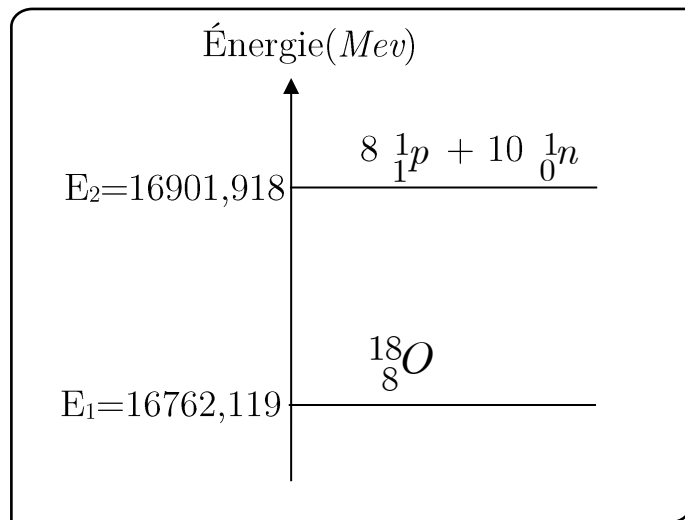
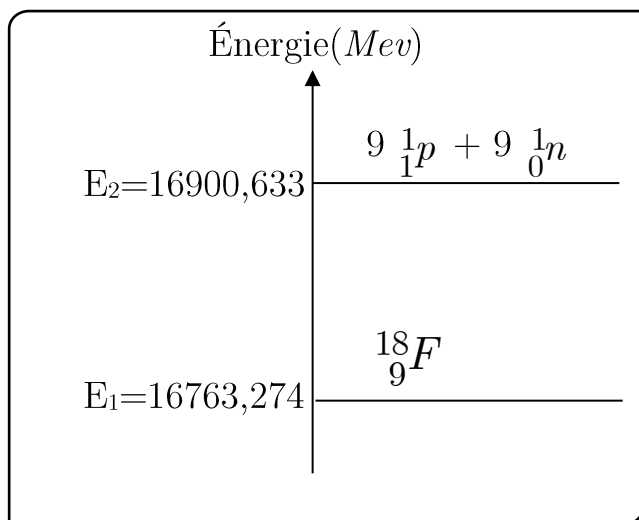
Figure -2-

Physique (13 pts)

Exercice 1 : Transformations nucléaires : Scintigraphie (2,25 pts)

En cancérologie, le traceur utilisé pour l'imagerie médicale est le glucose marqué par le fluor 18. Ce traceur s'accumule préférentiellement dans les cellules cancéreuses, grandes consommatrices de sucre. Le $^{18}_9\text{F}$ est un élément radioactif qui se désintègre en $^{18}_8\text{O}$ avec un temps de demi-vie de 110 minutes.

On donne les diagrammes énergétiques suivants:



Données : Masse de l'électron : $0,00055\ u$, $1u = 931,5\ \text{MeV}\cdot\text{c}^{-2}$

- 0,25 1. Calculer les énergies de liaison des nucléides $^{18}_9\text{F}$ et $^{18}_8\text{O}$. Comparer leur stabilité.
- 0,5 2. Écrire l'équation de la désintégration en précisant son type.
- 0,25 3. Calculer en (MeV) l'énergie ΔE libérée lors de la désintégration d'un noyau $^{18}_9\text{F}$.
- 0,25 4. Le Lundi 24 décembre à 8h 00min 00s, un patient reçoit une injection de glucose marqué, d'activité $a_0 = 260\ \text{MBq}$, en attendant de recevoir une deuxième injection lorsque le nombre de noyaux radioactifs désintégrés de la première injection atteint le taux 75%.
- 0,5 4.1. Déterminer la date exacte de la deuxième injection.
- 0,5 4.2. Trouver en (MeV) l'énergie totale reçue par le corps du patient à 11h 40min.

Exercice 2: Détecteur d'humidité : (5,25 pts)

On peut modéliser un détecteur d'humidité par un circuit constitué d'un condensateur dont la capacité varie linéairement en fonction de l'humidité de l'air ambiant.

On dispose d'un condensateur de ce type accompagné des informations suivantes :

- La capacité C_X est liée à l'humidité X par la relation : $C_X = a.X + b$ tel que a et b sont des constantes.
- L'intervalle d'utilisation du condensateur : $10\% \leq X \leq 90\%$.
- La sensibilité du condensateur est définie par : $S = \frac{dC_x}{dX}$.

Pour déterminer la sensibilité S du condensateur, on réalise trois expériences :

Première expérience: Détermination de la résistance d'un conducteur ohmique

1. On réalise le montage de la figure-1- constitué d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E , un condensateur de capacité $C=1\mu F$, et un conducteur ohmique de résistance R . On ferme le circuit à $t=0$. La courbe de la figure-2-, représente les variations de l'intensité du courant en fonction de la charge q du condensateur.

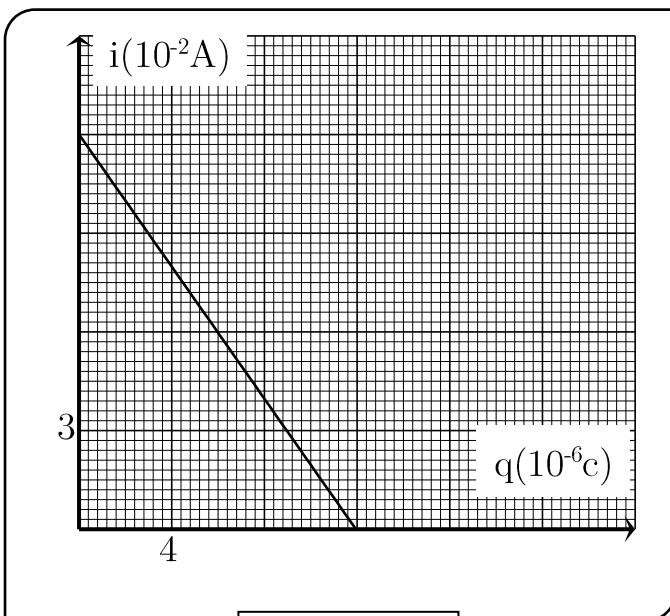


Figure -2-

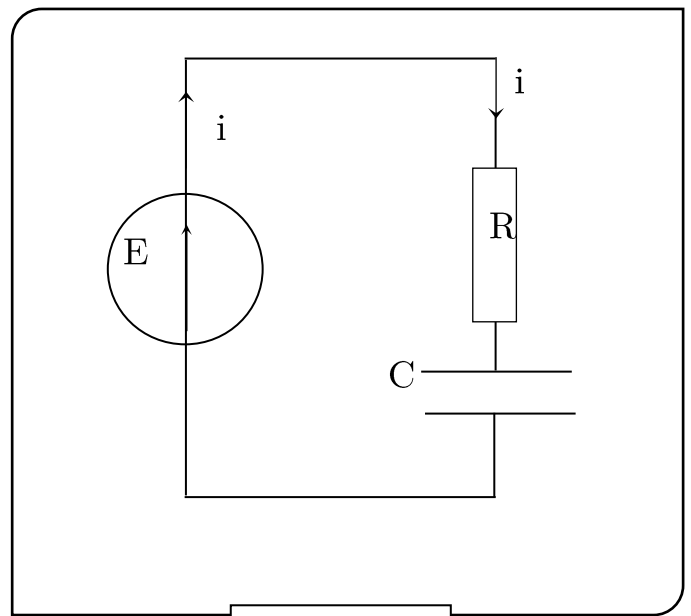


Figure -1-

0,25

0,5

0,25

0,25

1.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$.

1.2. La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $i t = A e^{-\alpha t}$. Trouver les expressions de A et α .

1.3. Établir l'expression de $i(t)$ en fonction de q et d'autres paramètres du circuit.

1.4. En exploitant la courbe, vérifier que $R=100 \Omega$.

0,75

1.5. Sachant que la puissance thermique dissipée dans le conducteur ohmique est exprimée par la

$$\text{relation : } P_{th} = \frac{dW_{th}}{dt} = Ri^2 .$$

Exprimer l'énergie thermique totale W_{th} dissipée dans le conducteur ohmique entre les instants $t_1=0$ et $t_2=\infty$ en fonction de E et C .

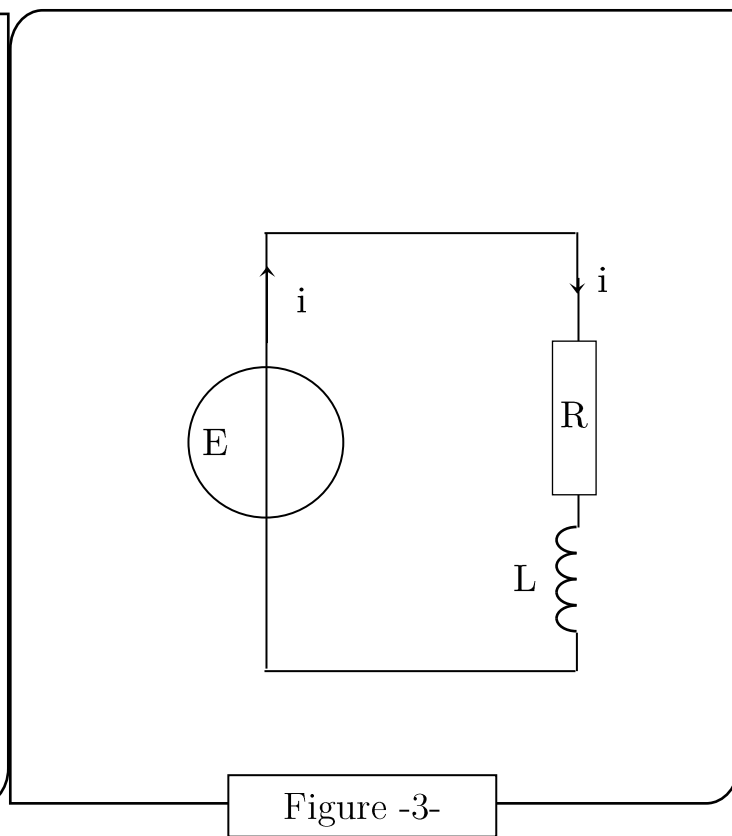
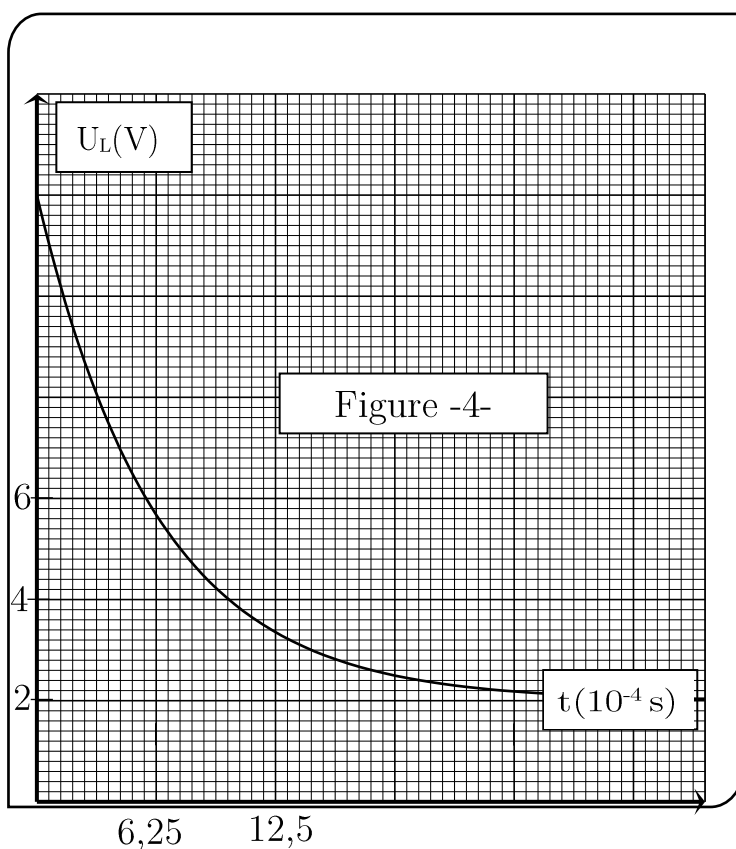
0,5

1.6. Montrer que l'énergie totale fournie par le générateur entre $t_1=0$ et $t_2=\infty$ est : $W_T=CE^2$.

Deuxième expérience: Détermination de la résistance interne et l'inductance d'une bobine

2. Pour déterminer la résistance interne r et l'inductance L d'une bobine, on réalise le montage de la figure-3- constitué du générateur et du conducteur ohmique utilisés précédemment, un interrupteur, et une bobine.

On ferme l'interrupteur à $t=0$. La courbe de la figure-4-, représente les variations de la tension u_L aux bornes de la bobine.



0,5

2.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_L(t)$.

0,5

2.2. La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $u_L t = Be^{-\alpha t} + C$.

Trouver les expressions des constantes B , α , C

0,5

2.3. Vérifier que $L=75mH$ et $r=20\Omega$.

Troisième expérience : Détermination de la capacité du détecteur d'humidité

3. Pour déterminer la capacité du condensateur du détecteur d'humidité, on le charge par le générateur précédent, puis on le branche avec une bobine d'inductance $L=75\text{mH}$ et de résistance négligeable. Pour deux valeurs d'humidité $X_1=20\%$ et $X_2=80\%$, on visualise la tension aux bornes du condensateur. On obtient les courbes des figures -5- et -6-.

0,5

3.1. Calculer les valeurs des capacités C_1 et C_2 correspondantes respectivement aux valeurs d'humidité $X_1=20\%$ et $X_2=80\%$.

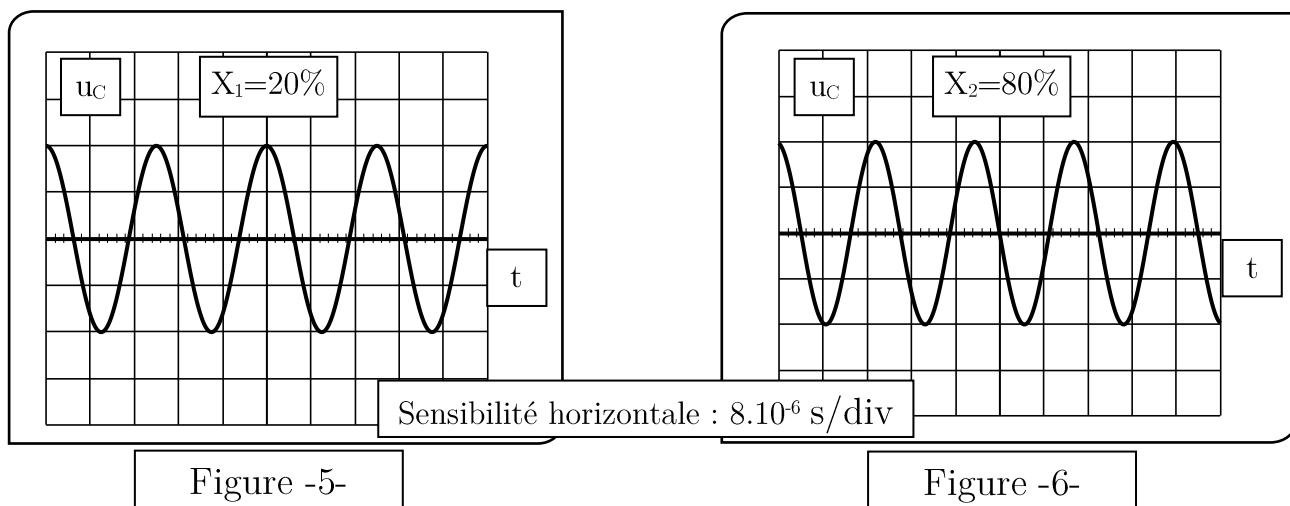


Figure -5-

Figure -6-

0,5

3.2. Calculer les valeurs des constantes a et b .

0,25

3.3. En déduire la sensibilité S du détecteur d'humidité.

Exercice 3: Experience de Melikan (3,25 pts)

En 1910 ; l'américain Robert A. Millikan a conçu une expérience visant à mesurer la charge élémentaire e . Pour cela, il a pulvérisé de minuscules gouttes d'huile. Ces gouttes sont ensuite chargées ($q < 0$) par radiation, puis, introduites entre les armatures d'un condensateur plan.

Les gouttes subissent l'action de plusieurs forces, qui s'équilibrent très rapidement et font que le mouvement soit rectiligne uniforme, dont la vitesse est mesurable directement par une lunette de visée et un chronomètre.

On choisit une goutte de masse m , de rayon r , de forme sphérique. Chaque goutte subit l'action des forces suivantes :

- Poids : $\vec{P} = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho_h \cdot \vec{g}$
- Poussée Archimède : $\vec{F}_A = -\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho_a \cdot \vec{g}$
- Frottement fluide $\vec{f} = -6\pi r \eta \vec{v}$
- Force électrostatique : $\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$

On donne : $g=9,8\text{m.s}^{-2}$

Masse volumique d'huile : $\rho_h = 890\text{kg.m}^{-3}$

Masse volumique de l'air : $\rho_a = 1,29\text{kg.m}^{-3}$

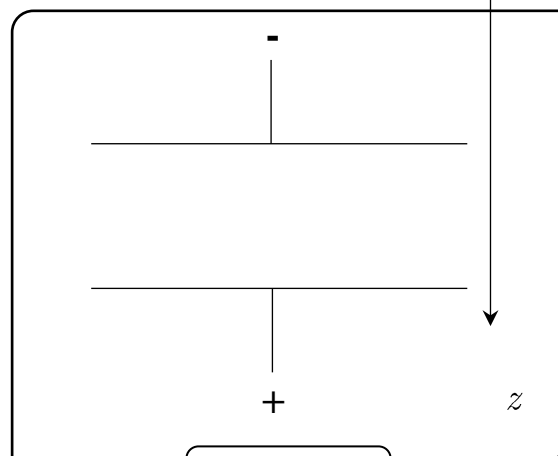


Figure-1-

Viscosité de l'air : $\eta = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ Kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$

Intensité du champ électrostatique : $E = 2 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1}$

Première expérience : Les gouttes descendent vers le bas :

0,75 1. On applique une tension U constante aux bornes du condensateur comme indiqué sur la figure-1. Le sens du mouvement des gouttes est vers le bas.

0,5 1.1. En appliquant la 2ème loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v du centre d'inertie de la goutte s'écrit sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} + Av = B \quad \text{avec : } A = \frac{9\eta}{2r^2\rho_h} \quad \text{et } B = g\left(\frac{\rho_h - \rho_a}{\rho_h}\right) - \frac{3qE}{4\pi\rho_h r^3} .$$

1.2. En déduire l'expression de la vitesse limite v_1 de la goutte. Estimer sa valeur pour une goutte de rayon $r = 1 \mu\text{m}$ qui porte une charge $q = 4,810^{-19} \text{ C}$.

Deuxième expérience : Les gouttes remontent vers le haut.

0,25 2. Pour éviter les incertitudes dues aux mesures du rayon des gouttes , on réalise une autre expérience. On change la polarité des plaques du condensateur, à fin d'inverser le sens du champ électrostatique. Les gouttes remontent vers le haut.

0,25 2.1. Établir l'équation vectorielle traduisant le régime permanent.

0,5 2.2. Trouver l'expression de la vitesse limite v_2 dans ce cas.

0,75 2.3. À partir des expressions de v_1 et v_2 , montrer que le rayon de la goutte peut s'écrire

$$\text{sous la forme : } r = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta(v_1 - v_2)}{g(\rho_h - \rho_a)}}$$

0,25 2.4. Montrer que la valeur absolue de la charge d'une goutte s'écrit sous la forme :

$$q = - \frac{9\pi}{2E} \sqrt{\frac{\eta^3(v_1 - v_2)}{g(\rho_h - \rho_a)}} (v_1 + v_2)$$

2.5. On refait l'expérience pour différentes gouttes, on obtient les résultats suivants :

Numéro de la gouttelette	Vitesse de descente v_1 ($\times 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$)	Vitesse de remontée v_2 ($\times 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$)	Charge q de la gouttelette ($\times 10^{-19} \text{ C}$)
1	4,67	1,59	- 6,4
2	5,41	1,80	- 8,0
3	6,16	1,35	- 9,6
4	8,6	3,12	- 16

Montrer que la charge des gouttes est "quantifiée" c'est-à-dire , qu'elle est toujours égale à un multiple entier d'une valeur "e" appelée charge élémentaire. Trouver la valeur de "e" à partir des résultats.