

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
 La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie (9 points)

Exercice 1 : (5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel lors de l'ajout d'un volume V_B d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration $C_B = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, à un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ d'une solution S d'acide éthanóïque CH_3COOH de concentration $C_A = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et de pH initial pH_0 . On porte, dans le tableau ci-dessous, les résultats des mesures relatifs à sept points H, I, J, K, L, M et N de la courbe $\text{pH} = f(V_B)$.

| Point | H | I | J | K | L | M | N |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| V_B (mL) | 0 | 2 | 5 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| pH | 3,4 | 4,2 | 4,8 | 5,4 | 8,3 | 11,1 | 11,5 |

- 1- Préciser la valeur de pH_0 et en déduire que l'acide éthanóïque est un acide faible.
- 2- a) Définir l'équivalence acido-basique.
 b) Préciser, en le justifiant, le point correspondant au point d'équivalence ainsi que celui correspondant au point de demi-équivalence parmi ceux figurant dans le tableau précédent.
 c) En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base correspondant à l'acide éthanóïque.
- 3- a) Ecrire l'équation de la réaction du dosage de l'acide éthanóïque par l'hydroxyde de sodium et montrer qu'elle est totale.
 b) Justifier le caractère basique au point d'équivalence.
- 4- Pour permettre une bonne immersion de l'électrode combinée du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute un volume V_e d'eau distillée au volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution S précédente et on refait le dosage avec la même solution d'hydroxyde de sodium.

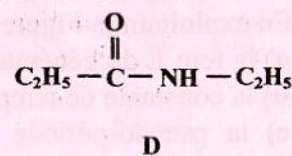
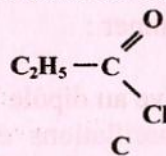
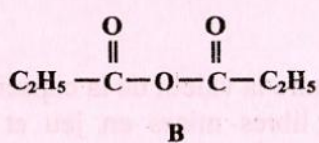
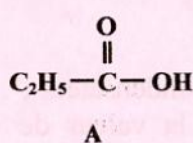
Le pH initial du mélange réactionnel vaut dans ce cas: $\text{pH}'_0 = 3,7$.

On suppose que l'acide éthanóïque de concentration C_A demeure faible et que son pH vérifie la relation : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_A)$.

- a) Montrer que : $V_e = \alpha V_A$; où α est une constante que l'on exprimera en fonction de pH_0 et pH'_0 . Calculer alors V_e .
- b) Préciser, en le justifiant et sans faire de calcul, si à la suite de cette dilution, les grandeurs suivantes restent inchangées ou subissent une augmentation ou une diminution :
 - le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence ;
 - le pH à la demi-équivalence ;
 - le pH à l'équivalence.

Exercice 2: (4 points)

Soient les composés organiques A, B, C et D dont les formules semi-développées sont les suivantes:



- 1- Préciser la fonction chimique de chacun des composés A, B, C et D et nommer le composé D.

- 2- On désire préparer le composé **B**, à partir de deux composés parmi ceux donnés précédemment.
- Identifier les deux composés concernés.
 - Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.
- 3- Le composé **D** est obtenu par action d'un excès d'une amine $R-NH_2$ sur le composé **C**.
- Préciser la formule semi-développée de l'amine utilisée dans cette réaction.
 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique correspondante.
 - La même amine $R-NH_2$ réagit avec l'un des composés **A** ou **B** pour donner le composé **D**.
 - Identifier le composé utilisé.
 - Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (5,25 points)

On dispose des dipôles électriques suivants :

- un résistor de résistance $R = 270 \Omega$;
- un condensateur de capacité C ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un commutateur K à deux positions;
- un générateur G , supposé idéal de force électromotrice E .

Partie I

A l'aide du circuit de la Figure 1, constitué par l'association du condensateur initialement déchargé, du résistor, du commutateur K , du générateur G et de la bobine, on réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : on place le commutateur K sur la position 1;
- **expérience 2** : lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule le commutateur à la position 2.

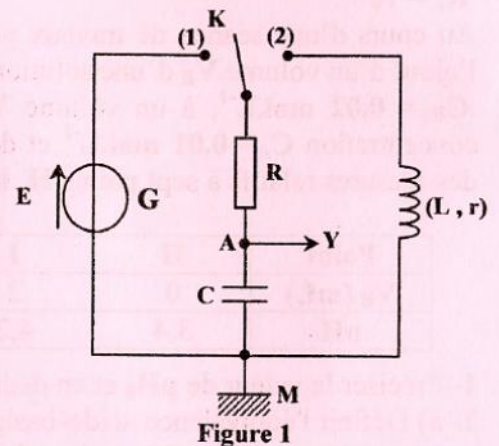


Figure 1

Un dispositif approprié d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de la tension u_{AM} aux bornes du condensateur au cours du temps et de tracer la courbe correspondante. La fermeture du circuit dans chaque expérience déclenche l'acquisition des mesures à l'instant $t = 0$. On obtient alors les chronogrammes (a) et (b) de la Figure 2. Sur le chronogramme (a), on a tracé la tangente (Δ_0) à la courbe $u_{AM} = f(t)$ au point d'abscisse $t = 0$.

- 1- Pour chacun des chronogrammes (a) et (b), préciser l'expérience correspondante et indiquer le phénomène physique mis en évidence parmi la liste suivante : résonance d'intensité électrique, charge d'un condensateur, oscillations électriques forcées, oscillations électriques libres amorties.

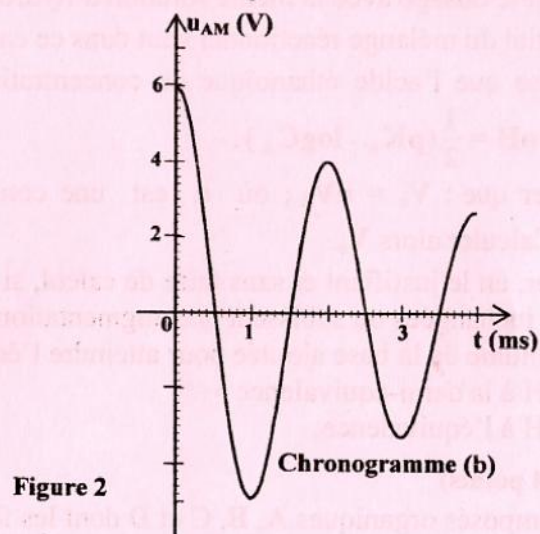
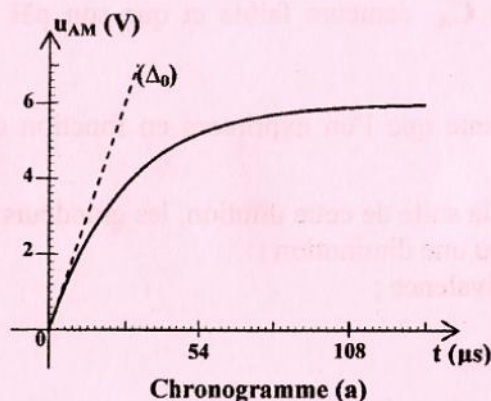


Figure 2

2- En exploitant la Figure 2, déterminer :

- la fem E du générateur G ;
- la constante de temps τ relative au dipôle RC et déduire la valeur de la capacité C du condensateur ;
- la pseudo-période T des oscillations électriques libres mises en jeu et déduire la valeur de l'inductance L de la bobine, sachant que $T \approx T_0$; avec T_0 est la période propre du circuit et $\pi^2 \approx 10$.

- d) la valeur de l'énergie électrique totale du circuit dans la deuxième expérience en $t_0 = 0$ et $t_1 = T$.
Déduire l'énergie dissipée par effet Joule entre ces deux instants.

Partie II

On réalise maintenant le circuit de la Figure 3, constitué par l'association en série, de la bobine d'inductance L et de résistance r , du résistor de résistance R , de l'interrupteur K' et du générateur G de fem $E = 6 \text{ V}$. Le sens du courant i est indiqué sur le schéma du circuit.

Les résultats de l'acquisition de la tension $u_b(t) = u_{HM}(t)$ aux bornes de la bobine au cours du temps permettent d'obtenir le chronogramme de la Figure 4.

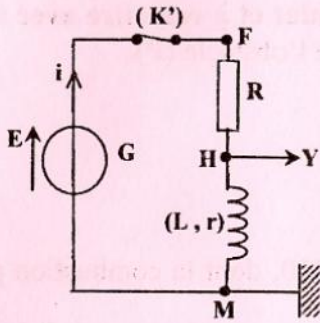


Figure 3

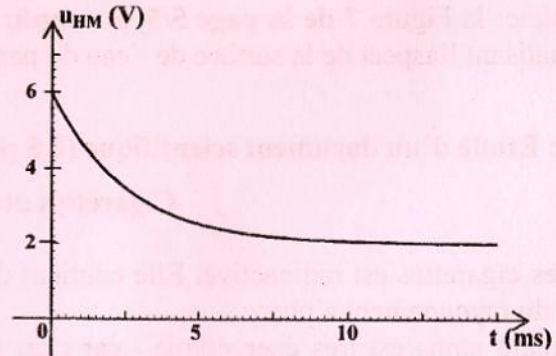


Figure 4

- 1- Nommer le phénomène qui se manifeste dans la bobine à la fermeture de l'interrupteur K' .
- 2- a) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_R(t) = u_{FH}(t)$ aux bornes du résistor s'écrit :
$$\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} \cdot u_R = \frac{RE}{L}$$
 - b) Déterminer l'expression de la tension U_{R0} aux bornes du résistor lorsque le régime permanent s'établit, en fonction de E , r et R .
 - c) Déduire qu'en régime permanent, la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine est : $U_{b0} = \frac{rE}{R+r}$.
- 3- En exploitant le chronogramme de la figure 4:
 - a) déterminer les valeurs U_{R0} et U_{b0} des tensions respectivement aux bornes du résistor et de la bobine lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit ;
 - b) déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

Exercice 2 : (3,25 points)

Un vibreur, muni d'une pointe fine, provoque des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence N en un point S de la surface d'une nappe d'eau initialement au repos contenue dans une cuve à ondes. Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse. Des ondes entretenues de forme circulaire se propagent à la surface de l'eau avec la célérité v . On néglige l'amortissement des ondes.

A l'instant $t = 0$, le point S débute son mouvement en partant de l'état de repos.

- 1- a) Indiquer pourquoi les bords de la cuve à ondes sont tapissés avec de la mousse.
- b) Préciser, en le justifiant, si l'onde à la surface de l'eau est transversale ou longitudinale.

2- On considère deux points A et B de la surface de l'eau, situés sur un même rayon Sx , comme l'indique la Figure 5.

Les courbes d'évolution au cours du temps des élongations $y_A(t)$ et $y_B(t)$ respectivement des points A et B sont données par la Figure 6. On donne $AB = 6 \text{ mm}$.

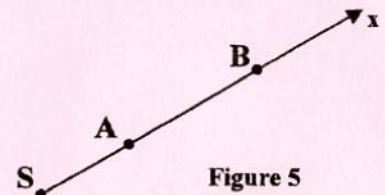


Figure 5

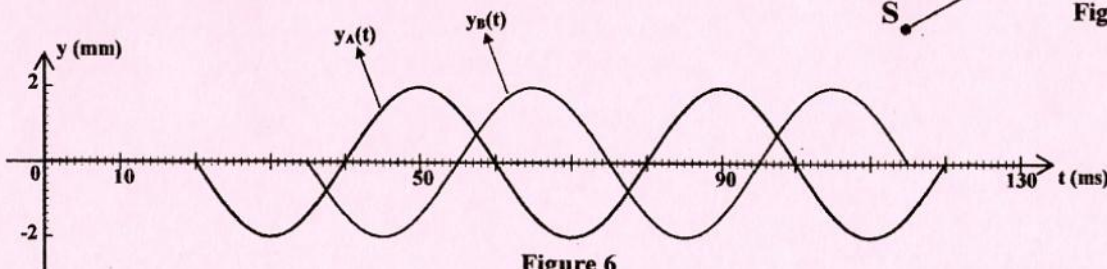


Figure 6

- a) En exploitant la Figure 6, déterminer :
- la fréquence N ;
 - la durée Δt qui sépare les dates de passage de l'onde par les deux points **A** et **B**.
- b) Calculer la célérité v de l'onde à la surface de l'eau. En déduire la longueur d'onde λ .
- 3- On remplace la pointe précédente par une règlette (**R**). Parallèlement à (**R**) et à une certaine distance, on place un obstacle (**P**) présentant une fente (**F**) dont la largeur L est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ , comme le montre la Figure 7 de la page 5/5.
- On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope de fréquence $N_e = N$.
- a) Nommer le phénomène qui a lieu au niveau de la fente (**F**).
- b) Compléter la Figure 7 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, en schématisant l'aspect de la surface de l'eau de part et d'autre de l'obstacle (**P**).

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 points)

Cigarettes atomiques

La fumée des cigarettes est radioactive. Elle contient du polonium 210, dont la combustion produit tout simplement du rayonnement alpha.

Le rayonnement alpha est très énergétique - car c'est un rayonnement corpusculaire, à la différence du rayonnement gamma, qui est électromagnétique et ses particules sont 7500 fois plus lourdes que celles du rayonnement bêta. Elles sont moins pénétrantes, mais beaucoup plus ionisantes et l'on sait que les organes les plus touchés par le polonium 210 sont la rate, les poumons et le côlon.

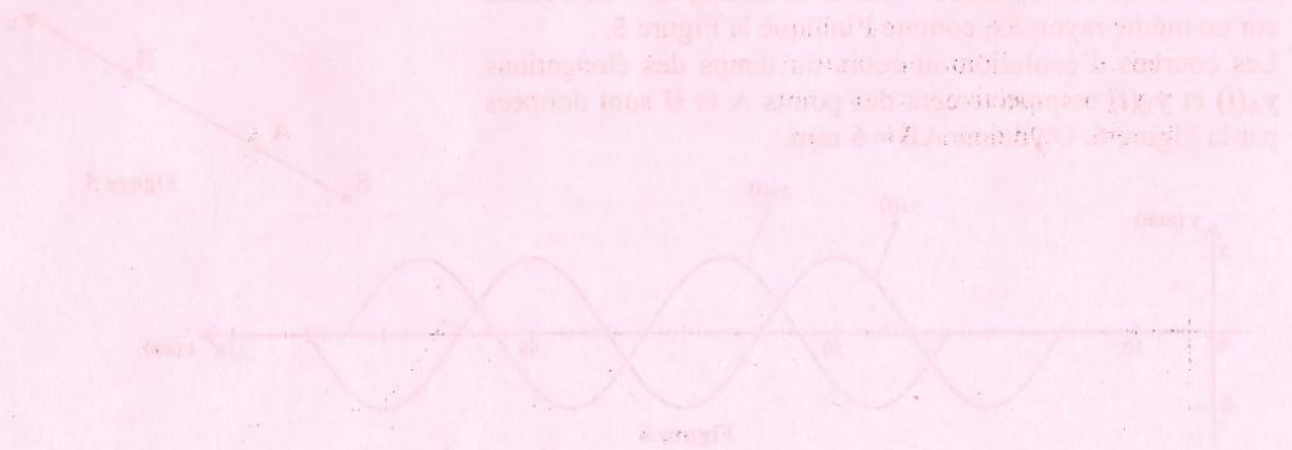
Le polonium 210 est un émetteur de radiations alpha si instable et dangereux qu'il est un des rares à n'avoir jamais été utilisé en médecine. Il provoque des cancers du poumon par inhalation : il se dépose aux embranchements des bronches où il provoque le processus de cancérisation.

Mais d'où vient ce polonium ? Selon les Drs Thomas Winters et Joseph di Franza, de l'université du Massachusetts, il proviendrait d'engrais phosphatés utilisés dans la culture du tabac. Ce fut d'ailleurs l'une des hypothèses les plus sérieuses.

Extrait de *Sciences & Vie* n°775, 1982

Questions

- 1- Justifier, d'après le texte pourquoi la fumée des cigarettes est radioactive.
- 2- Citer les rayonnements radioactifs figurant dans le texte et préciser la nature de chacun d'eux.
- 3- En se référant au texte, comparer les propriétés des rayonnements alpha et bêta.
- 4- Justifier pourquoi, le polonium 210 est qualifié parmi les rares éléments radioactifs à n'avoir jamais été utilisé en médecine.



Épreuve : sciences physiques (session de contrôle 2016)
Section : sciences expérimentales
Page à remplir et à remettre avec la copie

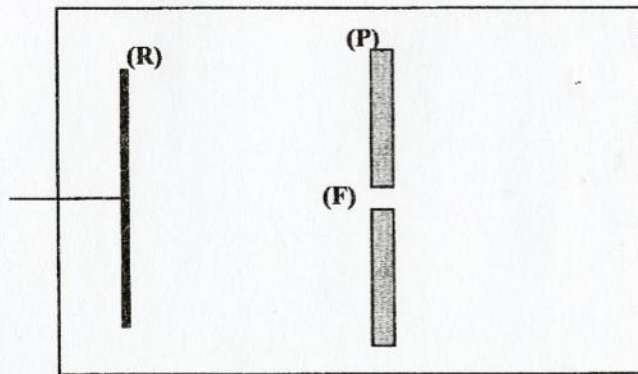


Figure 7